Ministerul Educației şi Cercetării

Proiectul pentru învățământul rural

Program postuniversitar de conversie profesională pentru cadrele didactice din mediul rural

Specializarea BIOLOGIE

Forma de învățământ ID - semestrul III

ZOOLOGIE

Andreea Cristina STAICU

2005

Ministerul Educației şi Cercetării

Proiectul pentru Învățământul Rural

BIOLOGIE
ZOOLOGIE

Andreea-Cristina STAICU

2005

© 2005 Ministerul Educației şi Cercetării
Proiectul pentru Învățământul Rural

Nici o parte a acestei lucrări
nu poate fi reprodusă fără
acordul scris al Ministerului Educației şi Cercetării

ISBN 973-0-04104-0

CUPRINS GENERAL

INTRODUCERE VIII

Unitatea de învățare 1
CELULA ANIMALĂ

Pagina

Cuprins 1
Obiective 1
1.1. Structura celulei animale 2
1.1.1. Membrana plasmatică 3
1.1.2. Citoplasma 8
1.1.3. Nucleul 13
1.2. Tipuri de organizare celulară: celula procariotă şi eucariotă 14
1.3. Niveluri de organizare la animale 15
1.4. Țesuturi 16
1.4.1.Țesutul epitelial 16
1.4.2.Țesutulconjunctiv 16
1.4.3. Țesutul muscular 19
1.4.4. Țesutul nervos 20
1.5. Organe 20
1.6. Sisteme de organe 20
1.7. Rezumat 21
1.8. Răspunsuri la testele de autoevaluare 21
1.9. Instrucțiuni generale de evaluare 21
1.10. Lucrare de verificare 1 22
1.11. Cuvinte cheie 24
1.12. Bibliografie 24

Unitatea de învățare 2
INTRODUCERE ÎN CLASIFICAREA ANIMALELOR

Pagina

Cuprins 25
Obiective 25
2.1. Clasificarea organismelor: Ierarhia taxonomică 26
2.2. Nomenclatura binomială 27
2.3. Şcoli de sistematică 29
2.4. Taxonomie moleculară 35
2.5. Rezumat 37
2.6. Răspunsuri la testele de autoevaluare 37
2.7. Instrucțiuni generale de evaluare 38
2.8. Lucrare de verificare 2 38
2.9. Cuvinte cheie 40
2.10. Bibliografie 40

Unitatea de învățare 3
REGNURILE LUMII VII

Pagina
Cuprins 41
Obiective 41
3.1. Sistemul de clasificare cu cinci regnuri propus de (R.H. Whittaker) 42
3.1.1.Regnul Monera 43
3.1.2. Regnul Protista 45
3.1.3. Regnul Plantae 45
3.1.4. Regnul Fungi 46
3.1.5. Regnul Animalia 47
3.2. Regnul Protista - Subregnul Protozoa 48
3. 2.1. Caracterele generale ale protozoarelor 48
3.2.2. Locomoția 49
3.2.3.Sensibilitatea şi excitabilitatea 53
3.2.4. Nutriția 54
3.2.5. Respirația şi excreția 55
3.2.6. Organite de protecție 57
3.2.7. Țestul şi scheletul 57
3.2.8. Reproducerea 58
3.2.9. Filogenie 60
3.2.10. Biologia şi importanța protozoarelor 61
3.2.11. Clasificare 62
3.3. Rezumat 71
3.4. Răspunsuri la testele de autoevaluare 72
3.5. Instrucțiuni generale de evaluare 72
3.6. Lucrare de verificare 3 73
3.7. Cuvinte cheie 75
3.8. Bibliografie 76

Unitatea de învățare 4
REGNUL ANIMALIA-

Pagina
Cuprins 77
Obiective 77
4.1. Originea Metazoarelor 78
4.2. Etapele dezvoltării embrionare a metazoarelor 80
4.3. Arbori filogenetici 88
4.4. Phylum Mesozoa 91
4.4.1. Caractere generale 91
4.4.2. Clasificare 91
4.4.2.1. Clasa Rhombozoa 91
4.4.2.2. Clasa Orthonectida 92
4.5. Phylum Placozoa 92
4.5.1. Caracterele generale 92
4.6. Phylum Porifera 92
4.6.1. Caractere generale 92
4.6.2. Morfologie externă 93
4.6.3. Funcții 96
4.6.4. Clasificare 99

4.6.4.1. Clasa Calcarea 99
4.6.4.2. Clasa Hexactinellida 99
4.6.4.3. Clasa Demospongiae 99
4.6.5. Filogenie 100
4.7. Rezumat 101
4.8. Răspunsuri la testele de autoevaluare 102
4.9. Instrucțiuni generale de evaluare 102
4.10. Lucrare de verificare 4 102
4.11. Cuvinte cheie 104
4.12. Bibliografie 104

Unitatea de învățare 5
RADIATA DIPLOBLASTICA

Pagina

Cuprins 105
Obiective 105
5.1. Phylum Cnidaria 106
5.1.1. Caractere generale 106
5.1.2. Morfologie 106
5.1.3. Clasificare 109
5.1.3.1. Clasa Hydrozoa 109
5.1.3.2. Clasa Scyphozoa 115
5.1.3.3. Clasa Cubozoa 118
5.1.3.4. Clasa Anthozoa 119
5.2. Phylum Ctenophora 127
5.2.1. Caractere generale 127
5.2.2. Morfologie 127
5.2.3. Clasificare 129
5.2.3.1. Clasa Tentaculata 129
5.2.3.2. Clasa Nuda 129
5.3. Filogenie 130
5.4. Rezumat 131
5.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare 132
5.6. Instrucțiuni generale de evaluare 132
5.7. Lucrare de verificare 5 133
5.8. Cuvinte cheie 134
5.9. Bibliografie 134

Unitatea de învățare 6
BILATERALIA TRIPLOBLASTICA
ANIMALE BILATERALE ACELOMATE

Pagina

Cuprins 137
Obiective 137
6.1. Caracterele generale ale metazoarelor triploblastice 138
6.2. Phylum Plathelminthes 139
6.2.1. Caractere generale 139
6.2.2. Morfologie 139
6.2.3. Clasificare 146
6.2.3.1. Clasa Turbellaria 146

6.2.3.2 Clasa Trematoda.....147
6.2.3.3. Clasa Monogenea.....149
6.2.3.4. Clasa Cestoidea.....150
6.3. Phylum Nemertea.....155
6.3.1. Caractere generale.....155
6.4. Phylum Gnathostomulida.....156
6.3.1. Caractere generale.....156
6.5.Filogenie.....157
6.6. Rezumat.....158
6.7. Răspunsuri la testele de autoevaluare.....159
6.8. Instrucțiuni generale de evaluare.....160
6.9. Lucrare de verificare 6.....161
6.10. Cuvinte cheie.....162
6.11. Bibliografie.....162

Unitatea de învățare 7
ANIMALE BILATERALE PSEUDOCELOMATE

Pagina

Cuprins.....163
Obiective.....164
7.1. Caracterele generale ale pseudocelomatelor.....164
7.2. Phylum Nematoda.....166
7.2.1. Caracterele generale ale nematodelor.....166
7.2.2. Morfologie.....166
7.2.3. Clasificare.....172
7.2.3.1.Clasa Rhabditea.....172
7.2.3.2. Clasa Enoplea.....173
7.3. Phylum Nematomorpha.....173
7.3.1. Morfologie.....173
7.4. Phylum Kinorhyncha.....174
7.4.1. Morfologie.....174
7.5. Phylum Loricifera.....175
7.5.1. Morfologie.....175
7.6. Phylum Priapulida.....176
7.6.1. Caractere generale.....176
7.7. Phylum Rotifera.....177
7.7.1. Caractere generale.....177
7.7.2. Morfologie.....177
7.7.3 Clasificare.....180
7.8. Phylum Acanthocephala.....180
7.8.1. Caractere generale.....180
7.8.2. Morfologie.....181
7.9. Phylum Gastrotricha.....182
7.9.1.Caractere generale.....182
7.9.2. Morfologie.....182
7.10. Phylum Entoprocta.....184
7.10.1. Caractere generale.....184
7.10.2. Morfologie.....184
7.11. Filogenie.....185
7.12. Rezumat.....186
7.13. Răspunsuri la testele de autoevaluare.....186

7.14. Instrucțiuni generale de evaluare 187
7.15. Lucrare de verificare 7 188
7.16. Cuvinte cheie 189
7.17. Bibliografie 189

Unitatea de învățare 8
ANIMALE BILATERALE CELOMATE
PHYLUM MOLLUSCA

Cuprins 191
Obiective 191
8.1. Caractere generale 192
8.2. Clasificare 196
8.2.1. Clasa Caudofoveata 196
8.2.2. Clasa Aplacophora 196
8.2.3. Clasa Polyplacophora 196
8.2.4. Clasa Monoplacophora 198
8.2.5. Clasa Scaphopoda 198
8.2.6. Clasa Bivalvia 199
8.2.7. Clasa Gastropoda 205
8.2.8. Clasa Cephalopoda 212
8.3. Filogenie 216
8.4. Rezumat 218
8.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare 218
8.6. Instrucțiuni generale de evaluare 219
8.7. Lucrare de verificare 8 220
8.8. Cuvinte cheie 221
8.9. Bibliografie 221

Unitatea de învățare 9
PHYLUM ANNELIDA

Cuprins 223
Obiective 223
9.1. Caractere generale 224
9.2. Morfologie 226
9.3. Clasificare 227
9.3.1. Clasa Polychaeta 227
9.3.1.1. Morfologie 227
9.3.1.2. Funcții 229
9.3.2. Clasa Clitellata 236
9.3.2.1. Subclasa Oligochaeta 236
9.3.2.1.1. Morfologie 236
9.3.2.1.2. Funcții 237
9.3.2.2. Subclasa Hirudinea 243
9.3.2.2.1. Morfologie 243
9.3.2.2.2. Funcții 243
9.4. Filogenie 246
9.5. Rezumat 248
9.6. Răspunsuri la testele de autoevaluare 249

9.7. Instrucțiuni generale de evaluare 250
9.8. Lucrare de verificare 9 250
9.9. Cuvinte cheie 252
9.10. Bibliografie 252

Unitatea de învățare 10
PHYLUM ARTHROPODA

Cuprins 253
Obiective 254
10.1. Caractere generale 254
10.2. Clasificare 259
10.2.1. Subphylum Trilobitomorpha 259
10.2.2. Subphylum Chelicerata 260
10.2.2.1. Clasa Merostomata 260
10.2.2.2. Clasa Arachnida 261
10.2.2.3. Clasa Pycnogonida 269
10.2.3.Subphylum Crustacea 270
10.2.3.1.Clasa Remipedia 270
10.2.3.2.Clasa Cephalocarida 270
10.2.3.3. Clasa Branchiopoda 270
10.2.3.4. Clasa Malacostraca 271
10.2.3.5. Clasa Ostracoda 280
10.2.3.6. Clasa Maxillopoda 280
10.2.4.Subphylum Hexapoda 282
10.2.4.1. Clasa Entognatha 282
10.2.4.2. Clasa Insecta 282
10.2.5.Subphylum Myriapoda 299
10.2.5.1. Clasa Diplopoda 299
10.2.5.2. Clasa Chilopoda 300
10.2.5.3. Clasa Pauropoda 301
10.2.5.4. Clasa Symphyla 301
10.3. Filogenie 302
10.4. Rezumat 303
10.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare 306
10.6. Instrucțiuni generale de evaluare 307
10.7. Lucrare de verificare 10 307
10.8. Cuvinte cheie 308
10.9. Bibliografie 308

Unitatea de învățare 11
PHYLUM ECHINODERMATA

Cuprins 309
Obiective 309

11.1. Caractere generale 310
11.2. Clasificare 313
11.2.1. Clasa Crinoidea 313
11.2.2. Clasa Asteroidea 315

11.2.3. Clasa Ophiuroidea 318
11.2.4. Clasa Echinoidea 321
11.2.5. Clasa Holothuroidea 325
11.2.6. Clasa Concentricycloidea 328
11.3.Filogenie 329
11.4. Rezumat 330
11.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare 331
11.6. Instrucțiuni generale de evaluare 332
11.7. Lucrare de verifivare 11 332
11.8. Cuvinte cheie 334
11.9. Bibliografie 334

Unitatea de învățare 12
PHYLUM HEMICHORDATA
PHYLUM CHORDATA

Cuprins 335
Obiective 335
12.1. Phylum Hemichordata 336
12.1.1. Caractere generale 336
12.1.2. Clasificare 336
12.1.2.1. Clasa Enteropneusta 336
12.1.2.2. Clasa Pterobranchia 338
12.1.2.3. Clasa Planctosphaeroidea 339
12.2. Phylum Chordata 339
12.2.1. Caracterele generale ale cordatelor 339
12.2.2. Clasificare 342
12.2.2.1. Subphylum Urochordata 342
12.2.2.1.1.Clasa Ascidiacea 342
12.2.2.1.2.Clasa Thaliacea 346
12.2.2.1.3. Clasa Larvacea 347
12.2.2.1.4.Clasa Sorberacea 347
12.2.2.2. Subphylum Cephalochordata 347
12.2.2.3. Subphylum Vertebrata (Craniata) 351
12.2.2.3.1. Clasificare 355
12.3. Filogenie 357
12.4. Rezumat 361
12.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare 363
12.6. Instrucțiuni generale de evaluare 364
12.7. Lucrare de verificare 12 364
12.8. Cuvinte cheie 367
12.9. Bibliografie 367

Bibliografie minimală recomandată cursanților 368

INTRODUCERE ÎN STUDIUL ZOOLOGIEI

Conceptul de structurare al modulului

Modulul Zoologie, parte a primului pachet de module obligatorii, îşi propune să participe la formarea unei culturi biologice adecvate şi să dezvolte competenţe specifice cursanţilor.

Zoologia este o specialitate clasică a biologiei care stă la baza formării oricărui specialist şi care trebuie să dezvolte interesul pentru diversitatea organismelor animale din mediul înconjurător, preocuparea pentru cunoaşterea biologiei lor, ca element esenţial al stabilităţii ecosistemelor naturale. Existenţa noastră nu poate face abstracţie de legile care controlează relaţiile dintre speciile animale, dintre animale şi fluctuaţiile factorilor de mediu.

În modul de proiectare a unităţilor de învăţare, am avut intenţia de a prezenta logic şi coerent evoluţia lumii animale de la simplu la complex, diversitatea structurală a lumii animale, interdependenţa speciilor şi modalităţile de adaptare la mediul de viaţă.

Am acordat o atenţie deosebită însuşirii criteriilor de clasificare a organismelor animale, uzând atât de criterii morfologice tradiţionale, cât şi de criterii moleculare folosite în prezent pentru stabilirea legăturilor filogenetice dintre taxoni. Am considerat prioritară însuşirea regulilor de clasificare şi ierarhizare a organismelor animale, ca element de bază al oricărei observaţii, experiment sau proiect de cercetare. Cercetarea ştiinţifică, observaţiile pe teren, concluziile şi în final soluţiile practice sunt lipsite de temei dacă nu se raportează la specii determinate corect. Un alt motiv pentru care ne-am îndreptat insistent spre această problemă este scăderea dramatică a numărului de specialişti în taxonomie, într-o perioadă în care se conştientizează importanţa fiecărei specii în dinamica unui ecosistem, în care se încearcă actualizarea, completarea şi conservarea inventarului faunistic al planetei.

De asemenea am adus argumente în sprijinul concepţiilor moderne care explică originea şi direcţia de evoluţie a principalelor grupe de organisme animale.

Modulul va dezvolta spiritul analitic al cursanţilor, viziunea sistemică asupra lumii vii şi un comportament ecologic corespunzător stadiului actual de aprofundare a biologiei. El înarmează cursanţii cu argumente privind evoluţia lumii animale şi va forma deprinderea examinării atente a organismelor în scopul încadrării lor sistematice, va permite transferul de informaţie spre alte specialităţi: anatomie, fiziologie, ecologie, evoluţionism, va activa noţiuni de chimie, fizică, biologie celulară şi genetică

Cursanţii trebuie să recunoască pe teren principalele grupe de organisme, să observe mediul în care trăiesc animalele şi factorii care le influenţează supravieţuirea, să folosească criteriile morfologice în ierarhizarea animalelor, să compare planul de organizare al diferiţilor taxoni animali, să alcătuiască o colecţie, să înregistreze şi să analizeze calitativ datele, să găsească soluţii practice la probleme, să formuleze concluzii pe baza observaţiilor, să folosească speciile animale ca indicatori biologici ai calităţii mediului ambiant .

Pornind de la importanța şi obiectivele studiului Zoologiei în consolidarea cunoştințelor de biologie, modulul a fost structural în 12 unități de învățare:

În unitatea de învățare 1: Celula animală, se fundamentează conceptul de celulă ca unitate organizatorică fundamentală a vieții, se urmăreşte compararea celor două tipuri de organizare celulară: procariot şi eucariot. Un alt obiectiv important este acela de a identifica principalele structuri ale celulei animale şi de a evidenția funcția organitelor celulare. Vor fi caracterizate unitățile structurale superioare celulei: țesutul, organul, sistemul de organe

Parcurgând Unitatea de învățare 2:Introducere în clasificarea animalelor, cursanții îşi vor însuşi regulile impuse în nomenclatura binomială şi în sistemul de clasificare a speciilor într-o ierarhie a grupurilor, vor deosebi structurile omoloage de cele analoage şi vor compara cele două sisteme de clasificare folosite în prezent: sistemul de clasificare cladistic şi evoluționist.

Unitățile de învățare 3-12 acoperă problematica diversității lumii animale prezentând cursanților un sistem de clasificare al lumii vii cu cinci regnuri. Dintre acestea în sfera de interes a zoologiei intră organismele care aparțin Regnului Protista şi Animalia.

Pe parcursul acestor unități s-a urmărit prezentarea organismelor animale de la formele cele mai simple, unicelulare până la cele mai evoluate metazoare, insistându-se pe creşterea complexității planului de organizare şi delimitarea principalelor linii de evoluție. În proiectarea acestor unități de învățare s-a folosit un tipar asemănător care conține:

-prezentarea caracterelor generale ale taxonilor superiori, subliniind aspectele de progres evolutiv şi adaptare la mediu

-criteriile folosite în clasificarea grupului de animale, însoțite de exemple şi problemele specifice de biologie

-originea şi evoluția taxonului superior, ca o condiție obligatorie a dezvoltării concepției evoluționiste asupra lumii animale.

Unitățile de învățare au fost dimensionate în strânsă legătură cu complexitatea problemelor ştiințifice pe care le ridică studiul grupului de animale, abundența şi importanța lui.

La sfârşitul fiecărei unități de învățare există un rezumat al materialului prezentat şi o listă de cuvinte cheie folosite în însuşirea noțiunilor teoretice.

Curgerea textului este întreruptă de momente de fixare a cunoştințelor prin întrebări, teste de autoevaluare, observații personale pe teren.

Stabilirea cuantumului de activități didactice convenționale

Modulul a fost planificat în programa analitică a semestrului I, anul I şi face parte din pachetul de cursuri fundamentale de specialitate care necesită în medie 56 de ore de studiu. Am considerat că pentru studiul individual (SI) sunt necesare 28 de ore, pentru activitățile tutoriale (AT) 20 de ore şi pentru evaluarea pe parcurs 8 ore.

Metode şi instrumente de evaluare

Criterii de evaluare: capacitatea de sinteză a informației, capacitatea de aplicare a cunoştințelor în contexte noi, adoptarea unor soluții practice, transferul de cunoştințe, obținute la alte discipline (biologie celulară, genetică, chimie) în domeniul zoologiei.

Modalități de evaluare:

Evaluarea pe parcurs, prin lucrări de verificare specifice fiecărei unități de învățare, va reprezenta 40%.

Nivelul cunoştințelor însuşite **după parcurgerea fiecărei unități de învățare**, va fi evaluat printr-o **lucrare de verificare** cu **20 de exerciții**, de tipuri diferite.

Cursanții vor rezolva sarcinile celor **12 lucrări de verificare**. Am recomandat teste tip grilă, cu un singur răspuns corect, enunțuri incomplete, desene cu legendă incompletă, tabele în care trebuie reorganizate noțiunile însuşite, eseuri prin care cursanții, în urma transferului, corelării şi integrării noțiunilor, să dea soluții originale. **Exercițiile cuprinse în lucrarea de verificare au punctaj egal (5 puncte).**

Rezultatele la lucrarea de verificare se apreciază calculând

Numărul răspunsurilor corecte x 5 =_____ puncte

În cazul în care obțineți la lucrarea de verificare un scor mai mic de 50 de puncte va trebui să revedeți conținutul unității de învățare şi să refaceți lucrarea de verificare.

Recomand ca înainte de a încerca rezolvarea sarcinilor din lucrarea de verificare să parcurgeți atent testele de autoevaluare şi să verificați corectitudinea cu care ați răspuns la întrebări.

Sarcinile cuprinse în lucrarea de verificare se pot rezolva doar prin parcurgerea atentă a textului şi a ilustrației. Calitatea eseurilor poate fi însă îmbunătățită prin consultarea bibliografiei minimale şi a bibliografiei recomandate pentru fiecare unitate de învățare.

Lucrările în limba română recomandate în bibliografia minimală au apărut în tiraje mari şi sunt în evidența Bibliotecii Centrale Universitare.

Lucrările de verificare vor fi expediate tutorelui, poştal sau prin poşta electronică.

Evaluarea finală se va face prin examen scris supravegheat de profesor şi va reprezenta 60% din nota finală.

Modalități de comunicare

Pentru a asigura un randament bun în activitatea de instruire este esențială o bună comunicare între cursant şi tutorele său. Căile de comunicare trebuie alese atent ținând cont de posibilitățile existente în zona de reşedință a cursantului, de accesul său la mijloacele moderne de comunicare şi informare. Cu sprijinul tutorilor, care trebuie să cunoască dificultățile pe care le întâmpină cursanții lor, universitățile coordonatoare ale acestui tip de instruire vor alege modalitatea de comunicare adecvată: poştă, telefon, internet, fax pentru a asigura un contact rapid între cursant şi tutore.

Tutorele trebuie să-şi informeze de la începutul semestrului cursanții în privința planificării lucrărilor de verificare şi a datei evaluării finale.

Zoologia, specialitate a biologiei

Zoologia (Gr.*zoon,* animal+*logos* vorbire) s-a desprins ca specialitate a biologiei, care studiază animalele. Acestea constituie o ramură distinctă, veche a arborelui evolutiv al vieții care îşi are originea în mările precambrianului, acum 600 milioane de ani.

Importanța acestei discipline reiese din faptul că animalele sunt răspândite pe toată suprafața pământului, fiind reprezentate printr-un număr de specii estimat la mai multe milioane.

Ele aparțin unui grup mult mai larg, **eucariotele**, organisme ale căror celule conțin nuclei înconjurați de membrane şi care include de asemenea plantele, fungii dar şi organisme unicelulare.

Cea mai importantă caracteristică a lor este modul de nutriție, care constă în consumul altor organisme. Acest mod de viață a condus la evoluția unor sisteme diversificate de locomoție, de capturare şi procesare a hranei.

Animalele se deosebesc de alte regnuri prin absența proprietăților care au evoluat la alte eucariote: plantele şi-au dezvoltat capacitatea de a folosi energia luminii pentru a sintetiza compuşi organici (**fotosinteza**), au dezvoltat pereți celulari rigizi, care înconjoară membranele celulare. Atât fotosinteza cât şi pereții celulari lipsesc de la animale.

Fungii se hrănesc prin absorbția moleculelor organice mici preluate din mediu şi sunt alcătuiți din filamente tubulare, denumite hife, care lipsesc din regnul animal.

Unele organisme combină proprietățile plantelor şi animalelor. Exemplu: *Euglena* este un organism unicelular, mobil, desprins de timpuriu din linia eucariotelor, care seamănă atât cu plantele, prin capacitatea de a realiza fotosinteza, cât şi cu animalele, prin capacitatea de a se hrăni cu particule alimentare. Împreună cu alte eucariote unicelulare aparține regnului Protista, deşi acest regn este o grupare arbitrară de linii neînrudite care violează principiile taxonomice.

Teoriile cele mai puternice care conduc cercetarea, inclusiv cea zoologică, se numesc **paradigme**.

Istoria ştiinței a demonstrat că şi paradigmele majore pot fi înlocuite, când nu mai țin cont de observațiile noastre. În timp, sunt înlocuite de alte paradigme, într-un proces denumit **revoluție ştiințifică.**

Până în 1800, speciile animale au fost studiate ca şi când fuseseră entități special create ale căror proprietăți esențiale au rămas neschimbate în timp. Teoriile lui Darwin au condus la o revoluție ştiințifică care a înlocuit aceste concepții cu **paradigma evoluționistă**. Aceasta a ghidat cercetarea biologică mai mult de 130 de ani şi până în prezent nu există dovezi ştiințifice care s-o infirme. Ea continuă să conducă investigarea lumii vii şi este în general acceptată, ca piatră de temelie a biologiei.

Importanța studiului zoologiei

Cunoaşterea speciilor animale presupune formarea deprinderilor clasificării lor într-o ordine filogenetică, examinarea organizării şi a modului lor de viață, stabilirea importanței lor în ecosistem şi a răspândirii geografice. Interesul pentru aceste organisme s-a dezvoltat şi din considerente de ordin practic: animalele reprezintă o importantă sursă alimentară şi de materii prime.

Progresele medicale şi veterinare depind de cercetarea pe organisme animale. Fiecare medicament sau vaccin folosit astăzi a fost mai întâi testat pe animale. Cercetarea animală a permis eradicarea, prin imunizare, a unor boli grave şi uneori mortale precum difteria, oreionul, rubeola, poliomielita şi variola.

A permis crearea unor tratamente împotriva cancerului, diabetului, bolilor cardiovasculare şi stărilor maniaco-depresive.

A fost folosită în dezvoltarea procedurilor chirurgicale cum sunt chirurgia cordului, transfuziile de sânge, îndepărtarea cataractei.

Cercetarea zoologică a adus beneficii altor animale prin perfecționarea tratamentelor veterinare. Vaccinul împotriva leucemiei feline ca şi parvo, vaccinul administrat câinilor, au fost inițial testate pe exemplare de câini şi pisici. Multe alte tipuri de vaccinuri împotriva unor boli foarte grave pentru animale (rabie, antrax, hepatită, tetanus), au fost testate în cursul unor cercetări pe animale.

Obligatoriu orice animal care urmează să fie disecat trebuie anesteziat înainte de a parcurge etapele de lucru.

Experimentele selectate necesită, în general doar observații minuțioase şi urmăresc tendințele metodei ştiințifice.

Vă recomandăm să observați aspectele din viața animalelor în mediul natural, relațiile care apar între specii, întrucât doar în acest mod veți dobândi o apreciere completă asupra poziției evolutive unice şi a structurii speciale a fiecărui animal.

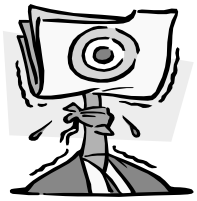
Unitatea de învățare 1
CELULA ANIMALĂ

Cuprins

Obiective 1
1.1 Structura celulei animale 2
1.1.1. Membrana plasmatică 3
1.1.2. Citoplasma 8
1.1.3. Nucleul 13
1.2. Tipuri de organizare celulară: celula procariotă şi eucariotă 14
1.3. Niveluri de organizare la animale 15
1.4. Țesuturi 16
1.4.1. Țesutul epitelial 16
1.4.2. Țesutul conjunctiv 16
1.4.3. Țesut muscular 19
1.4.4. Țesutul nervos 20
1.5. Organe 20
1.6. Sisteme de organe 20
1.7. Rezumat 21
1.8. Răspunsuri la testele de autoevaluare 21
1.9. Instrucțiuni generale de evaluare 21
1.10. Lucrare de verificare 1 22
1.11. Cuvinte cheie 24
1.12. Bibliografie 24

Obiective

Obiectiv general



- **Definiți celula şi argumentați afirmația că ea reprezintă unitatea organizatorică şi funcțională a materiei vii**

Obiective specifice

La sfârşitul acestei unități cursanții :

1. **Deosebesc cele două tipuri de organizare celulară: procariot şi eucariot.**
2. **Identifică organitele celulei animale.**
3. **Explică funcția îndeplinită de fiecare organit celular.**
4. **Recunosc țesuturi.**

1.1 Structura celulei animale

Este remarcabil faptul că organismele vii de la amibă şi alge unicelulare până la balenă şi arbori seculari, sunt formate dintr-un singur tip de unități: celulele. Astfel **teoria celulară** este un concept unificator în biologie.

Celulele noi provin din diviziunea celulelor preexistente şi activitatea unui organism multicelular, ca întreg, este suma activităților şi interacțiunilor constituenților celulari. Energia care susține toate activitățile vitale provine din lumina solară captată de plantele verzi şi alge transformată prin fotosinteză în energie legată chimic. Aceasta este o formă de energie potențială care poate fi eliberată când legătura chimică este distrusă; energia va fi folosită pentru manifestări electrice, mecanice, osmotice la nivel celular. În cele din urmă toată energia este disipată puțin câte puțin sub formă de căldură ceea ce este în concordanță cu cea de-a doua lege a termodinamicii care susține că în natură există tendința trecerii spre o stare de dezordine moleculară mai mare sau **entropie.** Astfel gradul avansat de organizare moleculară din celulele vii este atins şi menținut atât timp cât energia întreține organizarea.

Celulele sunt suportul vieții. Chiar şi cele mai primitive celule sunt structuri extrem de complexe care formează unitățile de bază ale tuturor organismelor vii.

- **Nu există viață în afara celulei.**
- **Ideea că celula reprezintă unitatea structurală şi funcțională a vieții, este un concept unificator în biologie.**

Există organisme unicelulare indivizi reprezentați printr-o celulă.

Animalele pluricelulare, **metazoarele,** au celulele asociate sub formă de țesuturi specializate pentru anumite funcții (conducerea impulsurilor, contracție, reproducere etc.). Indiferent de formă, celula este o entitate dinamică, capabilă de autoconservare.

Fiecare celulă conține un **nucleu**, care controlează dezvoltarea şi funcțiile celulare. Acesta este înconjurat de **citoplasmă.** Cu toate că aceasta pare lipsită de structură, la microscopul optic, se evidențiază numeroase **organite** şi **incluzii**. Majoritatea activităților metabolice şi de sinteză dintr-o celulă se desfăşoară în citoplasmă. Celula este delimitată de o **membrană plasmatică** de 7.5-10 nm grosime (Figura. 1.1).

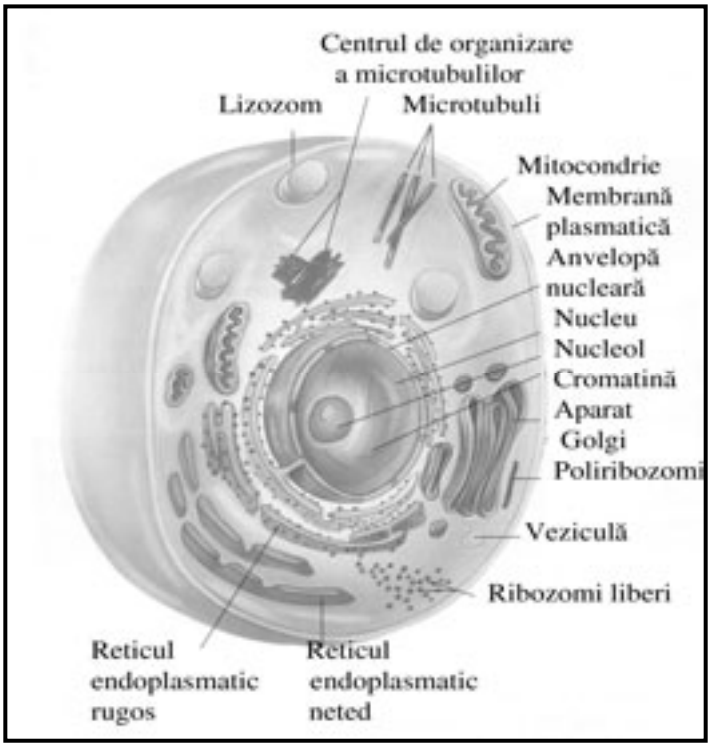


Figura. 1. 1 Structura celulei animale (după Miller-Harley, 2005)

1.1.1. Membrana plasmatică

Membrana plasmatică separă evenimentele metabolice interne de mediul înconjurător şi le permite desfăşurarea într-un mod organizat, controlat. Aceasta este prevăzută cu receptori pentru moleculele externe care alterează funcția celulară. Conform modelului în “mozaic fluid”, formulat de Jonathan Singer şi Garth Nicholson, membrana este un bistrat alcătuit din proteine şi fosfolipide, mai mult fluid decât solid. În bistratul fosfolipidic plutesc ca nişte aisberguri, proteinele. Termenul de “mozaic” se referă la diferitele tipuri de proteine dispersate în bistratul lipidic.

Fosfolipidele au un capăt polar şi unul nepolar. Capetele polare sunt orientate spre partea externă a celulei şi respectiv spre citoplasma fluidă. Capetele nepolare, situate în mijlocul bistratului, sunt orientate față în față. În timp ce capetele nepolare ale ambelor straturi se atrag şi sunt respinse de apă, (sunt **hidrofobe**), capetele polare sferice atrag apa (sunt **hidrofile**).

Molecule de **colesterol** sunt cufundate în interiorul membranei plasmatice şi al membranelor organitelor, stabilizându-le şi impermeabilizându-le față de substanțele hidrosolubile.

Proteinele de membrană sunt molecule individuale ataşate de suprafața internă sau externă a membranei (**proteine periferice**) sau cufundate în ea (**proteine intrinseci**). Unele proteine intrinseci sunt legate de markeri glico-proteici de pe suprafața celulei. Alte proteine intrinseci ajută la deplasarea ionilor sau moleculelor prin membrană iar altele ataşează membrana de citoschelet sau de diferite molecule din afara celulei (Figura. 1. 2.)

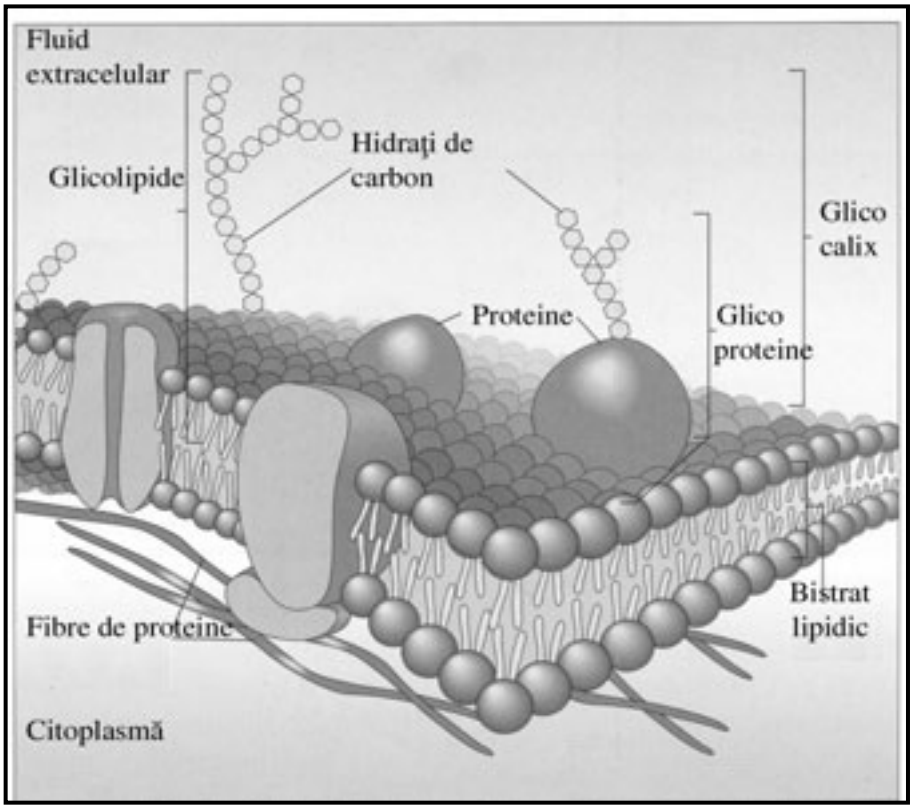
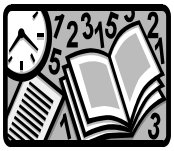


Figura. 1.2 Modelul în mozaic fluid al membranei plasmatice (după Miller-Harley, 2005)



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 21.

TESTE DE AUTOEVALUARE

1) Cum explicați gradul avansat de organizare moleculară din celulele vii?

2) Enunțați legea a doua a termodinamicii.

3) Ce este entropia?

4) Descrieți modelul în "mozaic fluid "al structurii membranei plasmatice.

Funcțiile membranelor celulare

Membranele celulare

1. reglează deplasarea materialului în interiorul şi în afara celulei şi dintr-o zonă în alta a celulei
2. separă interiorul de exteriorul celulei
3. separă diferitele organite din celulă
4. furnizează o mare suprafață la nivelul căreia au loc reacții chimice specifice
5. separă celulele între ele
6. reprezintă un situs al receptorilor cu markeri celulari specifici de identificare, care diferențiază un tip celular de altul.

Capacitatea membranei plasmatice de a transfera unele substanțe şi de a împiedica trecerea altora, se numeşte **permeabilitate selectivă** şi este esențială pentru menținerea **homeostaziei**. Aceasta reprezintă capacitatea de a menține un mediu intern relativ constant în ciuda fluctuațiilor din mediul extern.

Moleculele traversează membrana în mai multe moduri:

Difuzia simplă

Difuzia simplă: reprezintă mişcarea randomizată a moleculelor la temperatură mai mare de zero absolut (-273°C) dintr-o zonă în care sunt foarte concentrate, într-o zonă de concentrație scăzută, până ajung într-o stare de echilibru dinamic. Acest proces permite transportul pe distanțe mici al substanțelor în interiorul şi exteriorul celulelor. Difuzia simplă nu necesită energie celulară (Figura. 1.3.).

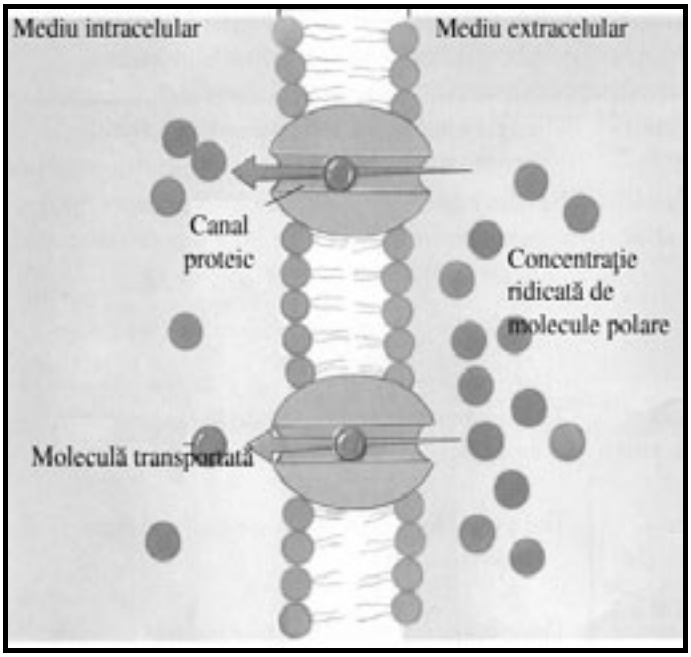


Figura. 1.3. Difuzia simplă (după Miller-Harley, 2005)

Difuzia facilitată

Moleculele polare, care nu sunt liposolubile, difuzează prin canelele proteice (pori) în bistratul lipidic. Canalele proteice oferă o cale continuă moleculelor specifice de a se deplasa prin membrană, aşa încât niciodată nu vin în contact cu stratul hidrofob sau cu suprafața polară a membranei. Moleculele mari şi unele molecule care nu sunt liposolubile necesită sprijin în traversarea membranei. Aceste molecule folosesc difuzia facilitată, care asemenea difuziei simple, nu necesită aport de energie. Pentru a traversa membrana, o moleculă se leagă temporar de o proteină din membrana plasmatică şi trece dintr-o zonă cu concentrație mai mare în una cu concentrație scăzută (Figura. 1.4.).

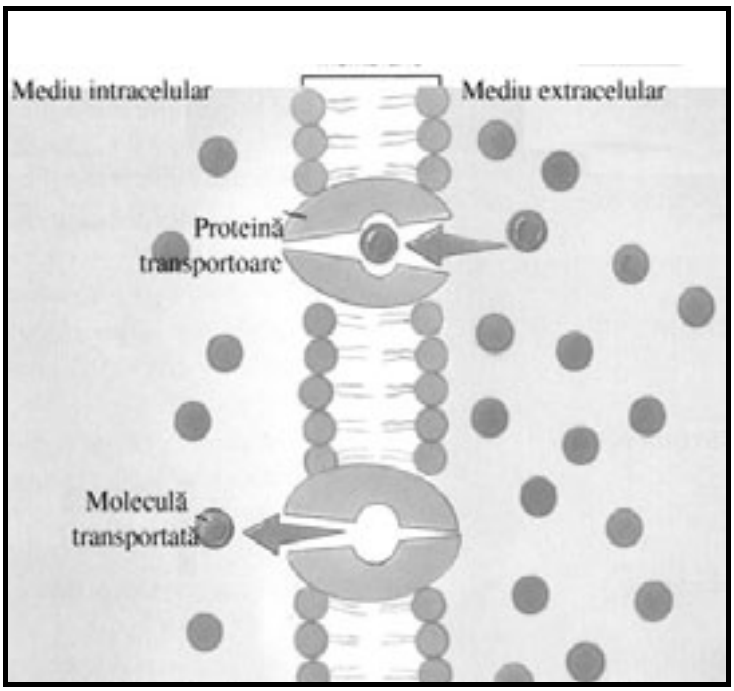


Figura. 1.4. Difuzia facilitată (după Miller-Harley, 2005)

Osmoza

Osmoza reprezintă difuzia apei printr-o membrană cu permeabilitate selectivă, dintr-o zonă cu concentrație mare în una cu concentrație mai scăzută.

Termenul tonicitate se referă la concentrația relativă a solutului existentă în celulă comparativ cu mediul extracelular.

Într-o **soluție izotonă,** concentrația solutului este identică în interiorul şi în afara celulelor. Concentrația moleculelor de apă este asemănătoare în interiorul şi în afara celulei şi moleculele de apă circulă în aceeaşi măsură în ambele compartimente prin membrana plasmatică.

Într-o **soluție hipertonă** concentrația solutului este mai ridicată în afara celulelor decât în interior. Concentrația moleculelor de apă din celule fiind mai mare decât în exterior, apa părăseşte celulele şi acestea se zbârcesc.

Într-o **soluție hipotonă** concentrația solutului este mai scăzută în afara celulelor decât în interior. Concentrația moleculelor de apă este mai ridicată la exterior decât în celule. Ca urmare, apa intră în celula care se va umfla.

Filtrarea

Filtrarea este procesul prin care moleculele mici sunt forțate să treacă prin membranele cu permeabilitate selectivă datorită presiunii hidrostatice. În timpul filtrării moleculele mari, de exemplu proteinele, nu trec prin porii mai mici ai membranei.

Transportul activ

Transportul activ asigură trecerea moleculelor prin membrane cu permeabilitate selectivă, împotriva gradientului de concentrație cu un consum însemnat de energie (consum de ATP). Transportul activ este asemănător cu difuzia facilitată, cu excepția faptului că proteina transportoare din membrana plasmatică trebuie să folosească energie

pentru a deplasa moleculele împotriva gradientului de concentrație. (Figura. 1.5)

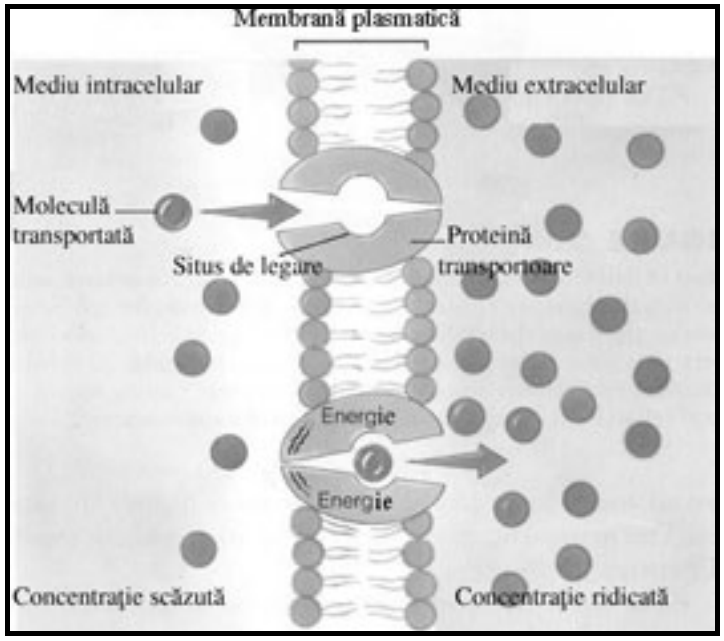


Figura. 1.5 Transport activ (după Miller-Harley, 2005)

Endocitoza

Endocitoza este un proces de transport care implică mişcarea în grup a materialelor prin membrana plasmatică şi nu mişcarea moleculelor individuale. Cele trei forme de endocitoză sunt: **pinocitoza**, **fagocitoza** şi **endocitoza mediată de receptor**.

a. Pinocitoza reprezintă preluarea nespecifică a unor picături mici de fluid extracelular. Orice particulă solidă dizolvată în fluid este de asemenea preluată în celulă. Procesul are loc când o porțiune mică din membrana plasmatică se invaginează, apoi capetele libere se unesc şi formează vezicule care se detaşează de membrana plasmatică şi ajung în citoplasmă (Figura. 1.6).

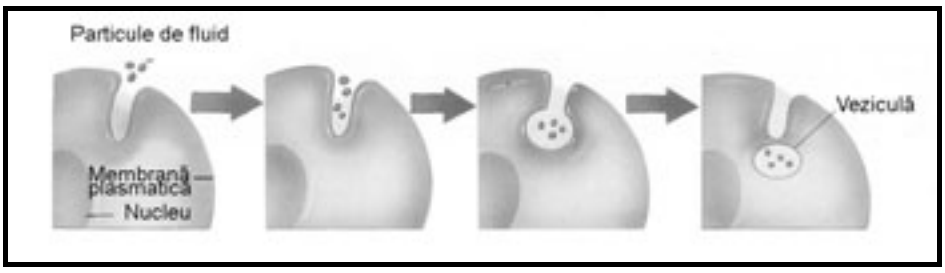


Figura. 1.6 Pinocitoză (după Miller-Harley, 2005)

b. Fagocitoza este un proces similar pinocitozei prin care celulele preiau material solid. Organite, denumite **lizozomi**, se combină cu vezicule pentru a forma **fagolizozomi**. Enzimele digestive ale acestor organite distrug conținutul veziculelor (Figura.1.7.).

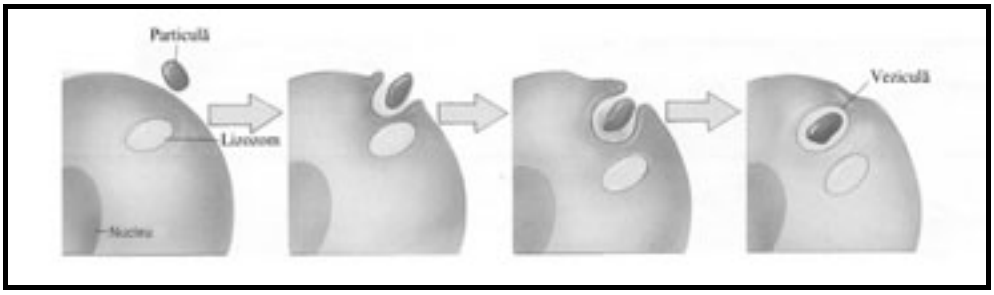


Figura. 1.7. Fagocitoza (după Miller-Harley, 2005)

c. Endocitoza mediată de receptor foloseşte o proteină receptor specifică de pe membrana plasmatică, care recunoaşte o moleculă extracelulară, legându-se de ea. Reacția stimulează invaginarea membranei şi formarea unei vezicule care conține molecula selectată (Figura. 1.8.).

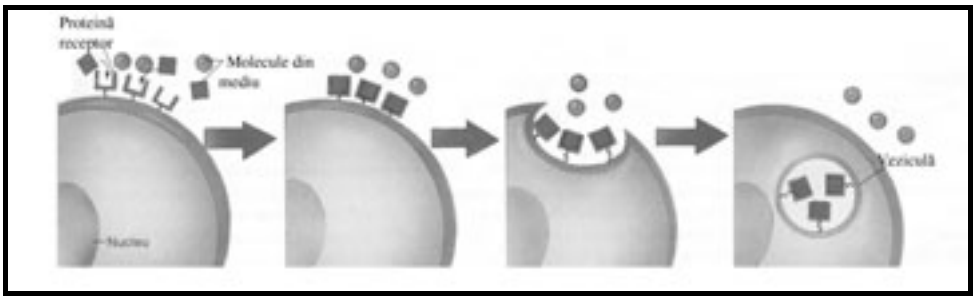


Figura. 1.8. Endocitoza mediată de receptor (după Miller-Harley, 2005)

Exocitoza

Aparatul Golgi împachetează proteinele şi alte molecule pe care le produce celula, în vezicule de secreție. Veziculele secretoare fuzionează cu membrana plasmatică şi eliberează conținutul în mediul extracelular. Prin acest proces se adaugă material membranar nou, care înlocuieşte pierderile din cursul endocitozei (Figura. 1.9.).

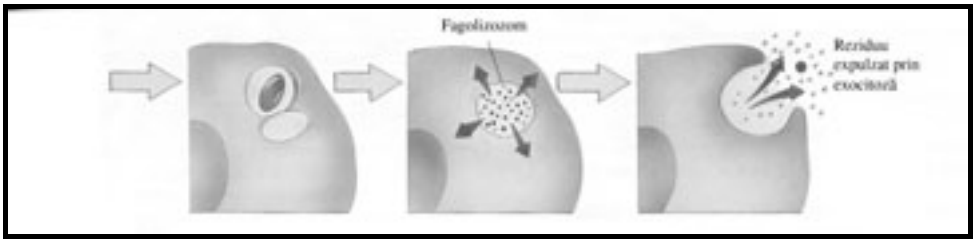


Figura. 1.9. Exocitoza (după Miller-Harley, 2005)

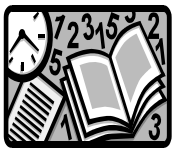
1.1.2. Citoplasma

Citoplasma, situată în afara nucleului, este formată din **citosol**, componenta semifluidă, care conține diferite molecule dizolvate şi **organite** (reticulul endoplasmatic, aparatul Golgi, vacuole şi vezicule), suspendate în citosol.

În compartimentul citoplasmatic se desfăşoară numeroase funcții datorită activității specifice a organitelor.

Ribozomi

Ribozomii sunt structuri nedelimitate de membrană, la nivelul cărora are loc sinteza de proteine. Sunt alcătuiți din cantități egale de proteine şi ARN ribozomal. Unii ribozomi sunt liberi în citoplasmă, alții sunt legați de reticulul endoplasmatic. De obicei se asociază în grupuri conectate printr-o catenă de ARN mesager, denumite **polizomi.**



TESTE DE AUTOEVALUARE

Alegeți tipul de transport prin membrana plasmatică în următoarele situații:

5. Glucoza din intestinul unei broaşte se combină cu proteine de transport pentru a trece în circuitul sanguin.

6. O broască inhalează aer cu oxigen care se deplasează în plămâni şi apoi ajunge în circuitul sanguin.

7. Moleculele de apă intră în hematiile broaştei când concentrația moleculelor de apă din afara hematiilor este mai mare decât în interior.

8. Celulele renale ale unei broaşte înglobează fluid pentru a menține balanța lichidelor.

9. Leucocitele unei broaşte înglobează şi digeră bacterii.

10. Ionii de sodiu se deplasează din interiorul neuronilor nervului sciatic ai unei broaşte în exterior.

11. Celulele intestinale ale unei broaşte înglobează molecule mari din lumenul intestinal.

12. Nervul sciatic al unei broaşte eliberează neurotransmițător.

13. Enumeră cel puțin patru funcții ale membranei plasmatice

14. Definiți permeabilitatea selectivă.

Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 21.

Reticulul endoplasmatic

Reticulul endoplasmatic reprezintă un labirint complex de saci şi tuburi, ramificat în citoplasmă şi interpus între anvelopa nucleară şi membrana plasmatică. Sistemul de canale format, permite circulația diferitelor materiale în toată citoplasma, stochează enzime şi alte proteine şi reprezintă o suprafață de ataşare a ribozomilor. Reticulul endoplasmatic lipsit de ribozomi se numeşte **reticul endoplasmatic neted** şi constituie locul sintezei lipidelor, al detoxifierii unei largi varietăți de molecule organice, de stocare a ionilor de calciu în celulele musculare. Reticulul endoplasmatic prevăzut cu ribozomi este cunoscut sub denumirea de **reticul endoplasmatic rugos.** Majoritatea celulelor conțin ambele tipuri de reticul, însă proporția dintre ele variază (Figura. 1.10).

Aparatul Golgi

Aparatul Golgi reprezintă o grupare de membrane asociate fizic şi funcțional cu RE din citoplasmă. Este format din grămezi aplatizate de cisterne. Acest compartiment sortează, împachetează, secretă proteine şi lipide. Proteinele sintetizate circulă în vezicule de transfer. Acestea trec din RE în aparatul Golgi cu care fuzionează. În aparatul Golgi proteinele sunt concentrate şi modificate chimic, marcate şi sortate pentru diferite destinații. Acest organit este abundent în

celulele care secretă substanțe chimice. De asemenea aparatul Golgi produce lizozomi (Figura. 1.11)

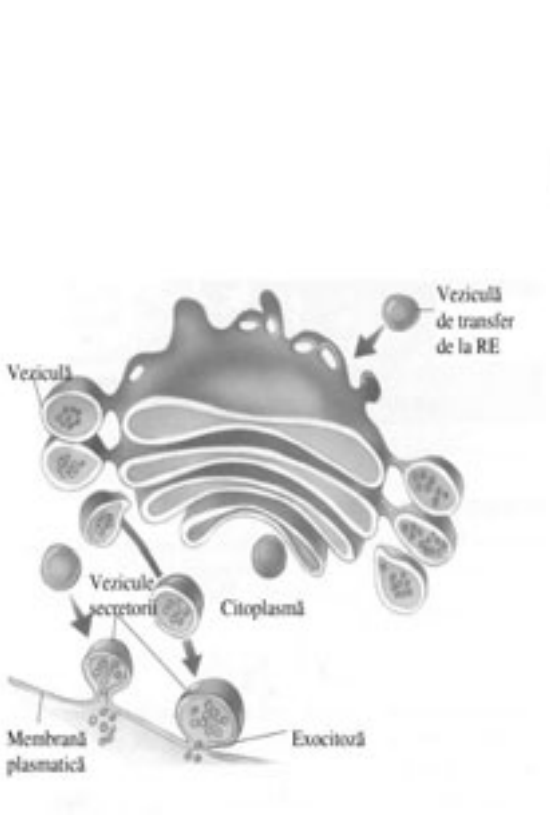


Figura. 1.11 Aparatul Golgi (după Miller-Harley, 2005)

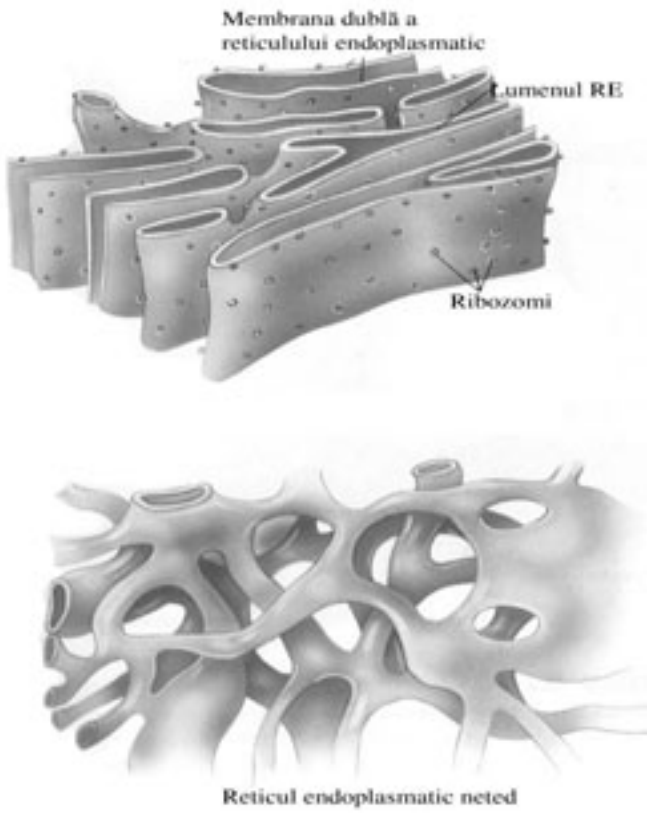


Figura. 1.10. Reticulul endoplasmatic (după Miller-Harley, 2005)

Lizozomii Lizozomii sunt organite sferice care conțin enzime denumite hidrolaze acide, capabile să digere molecule organice (lipide, proteine, acizi nucleici şi polizaharide) în condiții acide. Enzimele sunt sintetizate în reticulul endoplasmatic, transportate în aparatul Golgi pentru procesare şi apoi secretate sub formă de lizozomi sau ca vezicule care fuzionează cu lizozomii. Prin fuziunea lizozomilor cu veziculele de fagocitoză, conținutul acestora este supus acțiunii hidrolazelor acide.

Mitocondria Mitocondria este un organit prevăzut cu membrană dublă, sferică sau alungită. Membrana externă este separată de cea internă printr-un mic spațiu. Membrana internă se pliază şi se dublează formând compartimente incomplete, denumite **criste**. Acestea sporesc suprafața disponibilă pentru reacțiile chimice prin care este captată energia necesară celulei. Spațiul dintre criste se numeşte **matrix**. Acesta conține ribozomi, ADN circular. Întrucât transformă energia într-o formă utilizabilă, este considerată sursa de energie a celulei. Mitocondriile se multiplică în perioadele în care celula are nevoi energetice mai mari (Fig. 1.12).

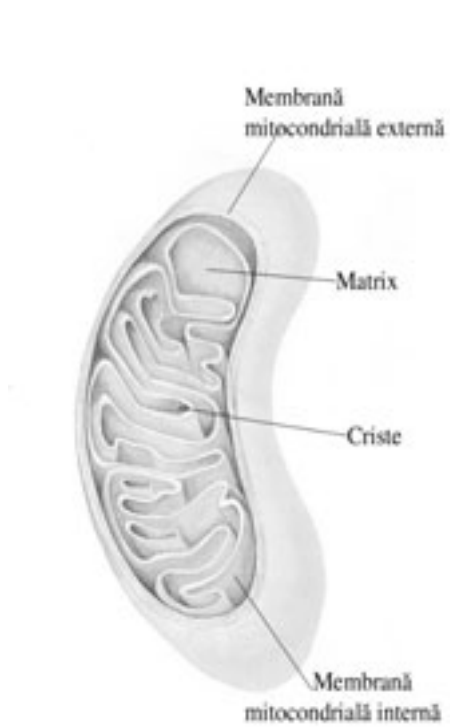


Figura. 1.12. Mitocondria
(după Miller-Harley, 2005)

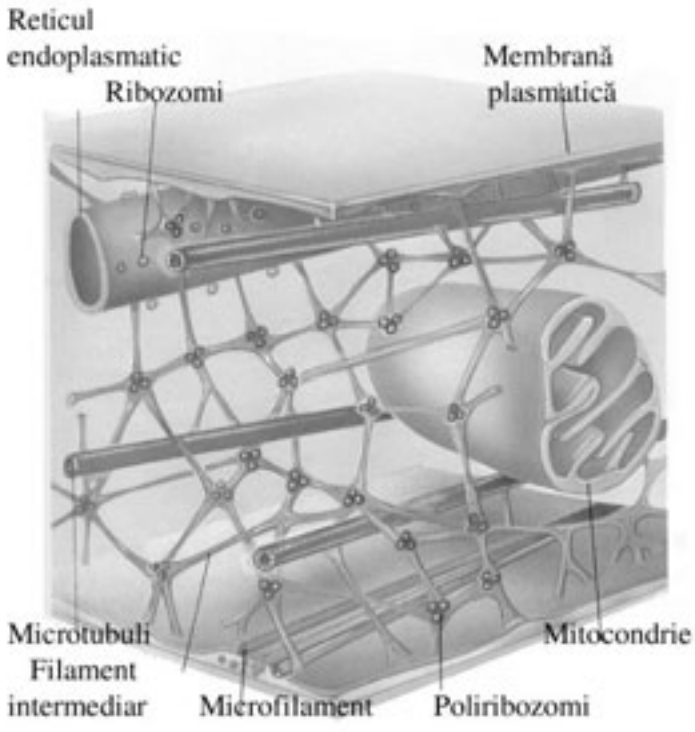


Figura. 1.13. Citoscheletul
(după Miller-Harley, 2005)

Citoscheletul

Citoscheletul este reprezentat de ansamblul microtubulilor, filamentelor intermediare şi microfilamentelor care constituie un cadru flexibil, reticulat, extins în toată citoplasma, conectând diferite organite şi componente celulare.

a. Microtubulii

Microtubulii sunt structuri cilindrice, alungite, prevăzute cu lumen, alcătuite din subunități proteice globulare (subunități de **tubulină**), dispuse în spirală. Ei asigură deplasarea organitelor, a veziculelor secretorii şi a cromozomilor în cursul diviziunii nucleului celular. Ei reprezintă de asemenea o componentă a sistemului de transport celular, fiind implicați în toate modificările formei celulelor, care se petrec în cursului proceselor de specializare.

b. Filamentele intermediare

Filamentele intermediare reprezintă un grup hetrogen de fibre proteice ale căror proteine specifice variază în raport cu tipul celular. Aceste structuri ajută la menținerea formei celulare şi organizării spațiale a organitelor ca şi la promovarea activităților mecanice în citoplasmă.

Microfilamentele

Microfilamentele sunt corzi solide formate din molecule proteice. Cele mai dezvoltate sunt microfilamentele de **actină** din miofibrilele celulelor musculare, care le permit acestora să se contracte. În alte tipuri celulare microfilamentele de actină constituie suportul mecanic al diferitelor structuri celulare şi ajută la formarea sistemelor contractile

responsabile pentru deplasarea celulară, cum ar fi mişcarea amiboidă de la anumite protozoare (Figura 1.13).

Centriolii şi centrii organizatori ai microtubulilor

Regiunile nemembranoase, specializate ale citoplasmei, situate în apropierea nucleului, sunt centrii de organizare ai microtubulilor. Formați dintr-un material dens, aceştia dau naştere unui număr mare de microtubuli cu diferite funcții în citoschelet.

Un anumit tip de centru dă naştere centriolilor plasați la unghiuri drepte unul față de altul. Fiecare centru este format din 9 triplete de microtubuli care radiază din centru. Centriolii sunt duplicați înaintea diviziunii celulare, fiind implicați în deplasarea cromozomilor şi organizarea citoscheletului.

Vacuolele

Vacuolele sunt saci membranari care reprezintă părți ale sistemului de citomembrane. Vacuolele există sub diferite forme şi dimensiuni şi au funcții variate. De exemplu la organismele unicelulare dulcicole şi spongieri există vacuole contractile care colectează apa şi o pompează în exterior pentru a conserva parametrii mediului intern. Alte vacuole stochează substanțe nutritive.

Cupolele

Cupolele reprezintă organite citoplasmatice descoperite recent, în anii ’90, formate din ribonucleoproteine citoplasmatice, cu aspect de butoi octogonal. Numele derivă din arcurile multiple care seamănă cu tavanul boltit al catedralelor. O celulă poate avea mii de astfel de organite. În mod asemănător porilor nucleari, care sunt de asemenea octogonali şi de aceeaşi dimensiune ca şi cupolele, se speculează că aceste organite sunt sisteme de transport celulare. La nivelul porilor nucleari ele preiau moleculele sintetizate în nucleu şi le distribuie în diferite zone ale celulelor. Este posibil să preia şi ARNm din nucleu şi să-l transporte la ribozomi pentru sintetizarea proteinelor (Figura.1.14.).

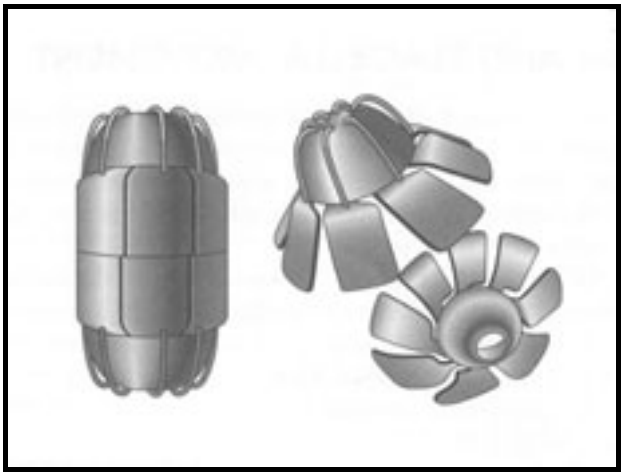
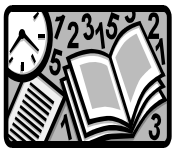


Figura. 1. 14. Cupole (după Miller-Harley, 2005)



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 21

TESTE DE AUTOEVALUARE

15. Explicați cooperarea dintre a) ribozomi şi reticulul endoplasmatic; b) reticulul endoplasmatic şi aparatul Golgi; c) lizozomi şi vacuole

16. Înlocuiți literele a, b, c, cu unul dintre termenii următori: filament de actină, filament intermediar, microtubul, astfel încât definițiile să fie corecte

a. **este un mic cilindru constituit din tubulină**
b. **este o fibră extrem de subțire, lungă care interacționează cu miozina**
c. **polipeptid fibros care variază în funcție de țesut**

1.1.3. Nucleul

Nucleul reprezintă centrul de control celular delimitat de citoplasmă prin anvelopa nucleară.

Nucleul deține două funcții majore:

1. dirijează reacțiile chimice din celulă, prin transcripția informației genetice din ADN în ARN şi ulterior translația în proteine. Această funcție a nucleului asigură desfăşurarea activităților specifice în celulă.

2. stochează informația genetică şi o transferă în cursul diviziunii celulare de la o celulă la alta şi de la o generație de organisme la alta.

Nucleul este separat de citoplasmă prin **anvelopa nucleară** care se continuă în anumite zone cu reticulul endoplasmatic. Se estimează că numărul porilor nucleari care penetrează suprafața anvelopei nucleare depăşeşte 3000. Aceştia permit materialelor să intre şi să părăsească nucleul asigurând contactul direct cu reticulul endoplasmatic.

Porii nucleari nu sunt simple orificii în anvelopa nucleară, fiecare fiind alcătuit din structuri globulare şi filamentoase, probabil proteine. Granulele formează complexul de pori nucleari care controlează transportul moleculelor în nucleu şi în afara acestuia. Dimensiunea porilor împiedică ADN să părăsească nucleul, dar permite ARN să fie expulzat.

Nucleul conține un material semifluid denumit **nucleoplasmă.** Într-o celulă care nu se divide, nucleul conține un material genetic denumit **cromatină,** formată dintr-o combinație de ADN şi proteine. Cromatina reprezintă materialul necondensat al cromozomilor, în care este stocată informația ereditară la nivelul unor segmente de ADN denumite **gene**.

În cursul diviziunii celulare, fiecare cromozom se spiralizează strâns, ceea ce face ca el să devină vizibil când este examinat la microscop.

Nucleolul este un corpuscul al nucleoplasmei prezent în celulele care nu se divid. În majoritatea celulelor se formează 2-3 nucleoli, însă anumite celule (ovocitele amfibienilor) pot avea mii de nucleoli. Nucleolii sunt puncte de preasamblare pentru ribozomi şi de obicei conțin proteine şi ARN în stadiile sintezei şi asamblării. Asamblarea ribozomilor se încheie după ce aceştia părăsesc nucleul prin porii anvelopei nucleare (Figura. 1.15.).

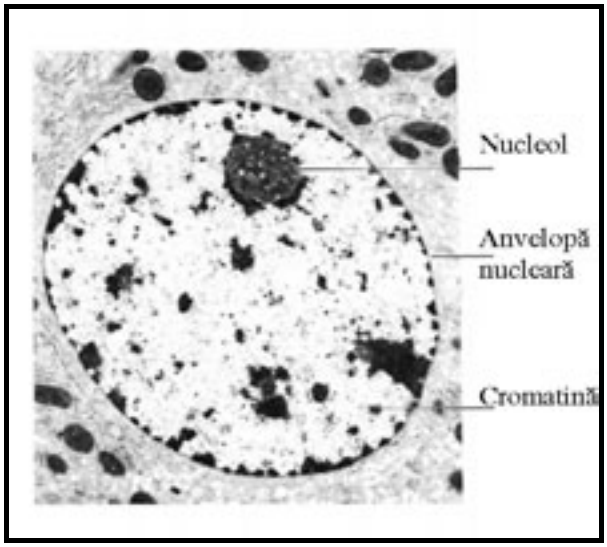


Figura. 1. 15. Nucleul (după Miller-Harley, 2005)

Dimensiunea redusă a celulelor se explică prin faptul că raportul dintre volumul nucleului şi cel al citoplasmei nu trebuie să fie prea mic, încât centrul major de control celular să nu poată controla citoplasma. De asemenea se observă că la o creştere a dimensiunilor celulare, volumul celular creşte considerabil în raport cu suprafața. Necesitățile de substanțe nutritive ca şi rata producerii deşeurilor sunt proporționale cu volumul celular. Celula preia nutrienții şi elimină deşeurile la nivelul membranei plasmatice. Dacă volumul celular este prea mare, atunci raportul suprafață-volum este prea mic pentru un schimb adecvat de nutrienți şi deşeuri.

1.2. Tipuri de organizare celulară: celula procariotă şi eucariotă

Deosebirea fundamentală dintre cele două tipuri de celule constă în absența membranei nucleare din celulele procariote. Celulele eucariote conțin numeroase organite membranare. În ciuda deosebirilor, procariotele şi eucariotele au numeroase caractere comune:

- ambele tipuri de celule au informația stocată la nivelul moleculei de ADN
- folosesc acelaşi cod genetic
- sintetizează proteine.
- numeroase molecule specifice, cum ar fi cea de ATP realizează funcții asemănătoare în ambele tipuri de celule (Tabel 1.)

Tabel 1: Compararea caracterelor celulelor procariote şi eucariote

Caracter	Celula procariotă	Celula eucariotă
Dimensiunea celulei	În general sunt mici (1-10μm)	În general sunt mari (10-100μm)
Sistem genetic	ADN cu unele proteine nonhistonice, moleculă simplă, circulară în nucleoid; nucleoidul nu este legat de membrană	ADN complexat cu proteine histonice şi nonhistonice în cromozomi complecşi cu nucleu prevăzut cu o anvelopă membranară.
Diviziune celulară	Directă binară sau înmugurire, fără mitoză.	Mitoză; apar în general centrioli şi fusul de diviziune.
Sistem sexual	Absent la majoritatea formelor, puternic modificat dacă este prezent	Prezent la majoritatea; sexe separate; gameții fuzionează pentru a forma zigotul.
Nutriție	în general absorbtivă, fotosinteză la alte forme	Absorbție, ingestie, fotosinteză.
Metabolism energetic	Fără mitocondrii; enzime oxidative legate de membrana celulară neîmpachetate, separate; mare variație a tiparului metabolic	Mitocondrii prezente; enzime oxidative împachetate în interior, un tipar uniform al metabolismului oxidativ.
Mişcare intracelulară	Absentă	Curenți citoplasmatici, fagocitoză, pinocitoză
Cili, flageli	Dacă sunt prezenți nu au tiparul microtubular “9+2”	Cu tipar microtubular tip “9+2”.
Perete celular	Conține lanțuri dizaharidice legate cu peptide	Dacă este prezent, nu are polimeri dizaharidici legați cu peptide

1.3. Niveluri de organizare la animale

Animalele prezintă cinci niveluri de organizare, fiecare fiind mai complex decât precedentul.

Primul **nivel** de organizare este cel **protoplasmatic**, identificat la organismele unicelulare, protozoare, la care toate funcțiile se desfăşoară într-o singură celulă.

Următorul este **nivelul celular**. Flagelatele coloniale de tipul *Volvox*, unii spongieri se situează la acest nivel, care presupune o agregare a celulelor diferențiate funcțional şi exprimarea unei “diviziuni a muncii”.

La **nivelul tisular** se situează meduzele (cnidari), care prezintă agregări de celule organizate într-un tipar definit sau straturi care formează un țesut.

Superior nivelului tisular este **nivelul organelor**. Organele sunt alcătuite din unul sau mai multe țesuturi şi îndeplinesc funcții mai specializate decât țesuturile. Acest nivel a apărut la viermii plați unde sunt prezente organe: oceli, organe reproducătoare, organe de hrănire.

Cel mai înalt nivel de organizare, **nivelul sistemului de organe** a apărut la nemerțieni şi presupune o activitate coordonată a organelor cum este cea a sistemului circulator, digestiv, reproducător, respirator.

1.4. Țesuturi

Celulele animale individuale se diferențiază în cursul dezvoltării pentru a îndeplini funcții specifice în agregate, denumite țesuturi.

Un țesut este un grup de celule asemănătoare, specializate pentru îndeplinirea unei anumite funcții. După funcția îndeplinită țesuturile se clasifică în: țesut epitelial, conjunctiv muscular şi nervos.

1.4.1. Țesutul epitelial

Țesutul epitelial în general fie acoperă organismul, fie căptuşeşte cavitățile unor organe. Este format din straturi de celule care se reînoiesc, au specializări ale suprafețelor adaptate rolului specific. Celulele epiteliale sunt separate de țesuturile subiacente printr-o membrană bazală. Ele absorb, transportă, excretă substanțe, protejează şi conțin celule nervoase pentru recepție. Dimensiunea, forma şi aranjamentul celulelor epiteliale sunt direct corelate cu aceste funcții.

Țesuturile epiteliale se clasifică pe baza formei şi a numărului de straturi prezente.

Epiteliul poate fi **simplu**, format dintr-un strat de celule sau **stratificat**, format din două sau mai multe straturi. Celulele epiteliale individuale pot fi plate (**epiteliu pavimentos**), cubice, (**epiteliu cubic**). Celulele epiteliului columnar ciliat pseudostratificat prezintă cili şi pare stratificat datorită nucleilor situați la diferite niveluri în celulele țesutului (Figura. 1.16.).

1.4.2. Țesutul conjunctiv

Țesutul conjunctiv susține şi leagă diferite structuri. Frecvent acesta conține fibre situate într-o substanță fundamentală cu o consistență lichidă până la solidă. Natura acestui material extracelular determină proprietățile funcționale ale diferitelor țesuturi conjunctive.

Țesuturile conjunctive sunt de două tipuri, în funcție de modul de împachetare a fibrelor.

În **țesutul conjunctiv moale**, fibrele foarte flexibile de colagen se împletesc cu fibre elastice fine şi fibre reticulare, dând țesutului conjunctiv moale o consistență elastică, atribut esențial pentru un țesut care face legătura între structuri (leagă tegumentul de țesutul muscular subiacent).

În **țesutul conjunctiv fibros** fibrele de colagen sunt dens împachetate, orientate paralel, formând corzi puternice, cum ar fi tendoanele care leagă muşchii de oase sau de alți muşchi, ligamentele care realizează legătura dintre oase.

Țesutul adipos este un tip de țesut conjunctiv moale format din celule mari care acumulează lipide. În general aceste celule se grupează în număr destul de mare şi formează grăsimea (Figura. 1. 17.).

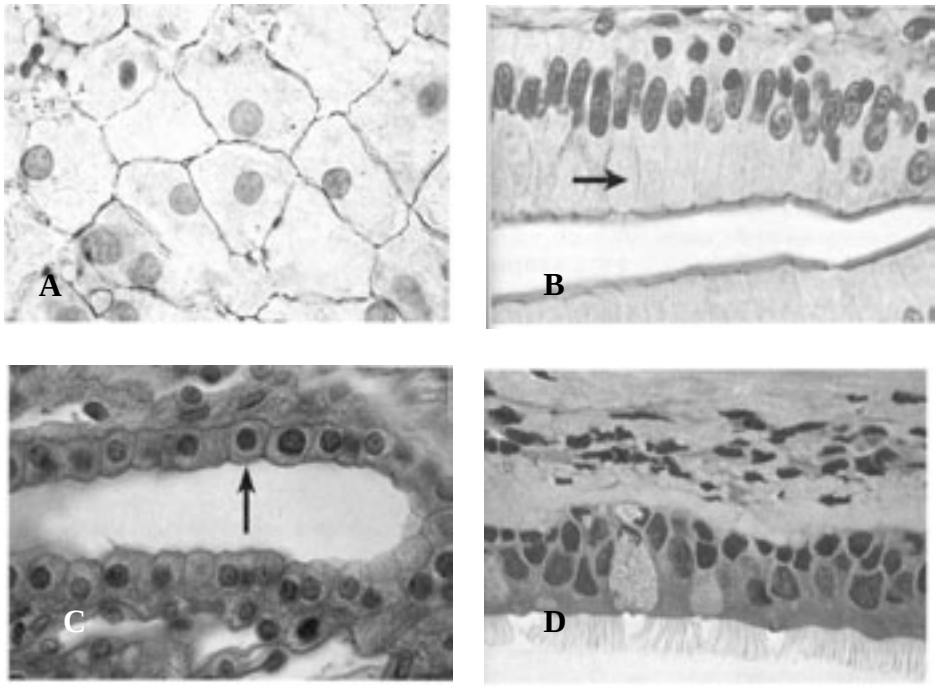


Figura. 1. 16 Țesuturi epiteliale (după Miller-Harley, 2005)

A-Țesut epitelial pavimentos, format dintr-un strat de celule aplatizate, strâns unite, cu nucleu central. Semnalat în glomeruli renali, căptuşeşte inima, vasele de sânge şi limfatice. Permite trecerea materialelor prin difuzie şi filtrare.**B**-Epiteliu simplu columnar, format dintr-un strat de celule alungite. Căptuşeşte tractul digestiv, ductele urinare şi unele glande. Îndeplineşte rol de absorbție şi secreție de enzime.
C-Epiteliu simplu cubic, format dintr-un strat de celule cubice strâns legate. Este întâlnit în tubii renali, ductele şi glandele mici. Intervine în procesele de absorbție şi secreție. **D**-Epiteliu ciliat cilindric pseudostratificat. Celulele cilindrice sunt prevăzute, la polul apical, cu un mănunchi de cili, cu excepția celulelor mucoase cupuliforme. Căptuşeşte bronhiile, trompele uterine, unele regiuni ale uterului. Propulsează mucusul sau celulele reproducătoare prin acțiunea cililor.

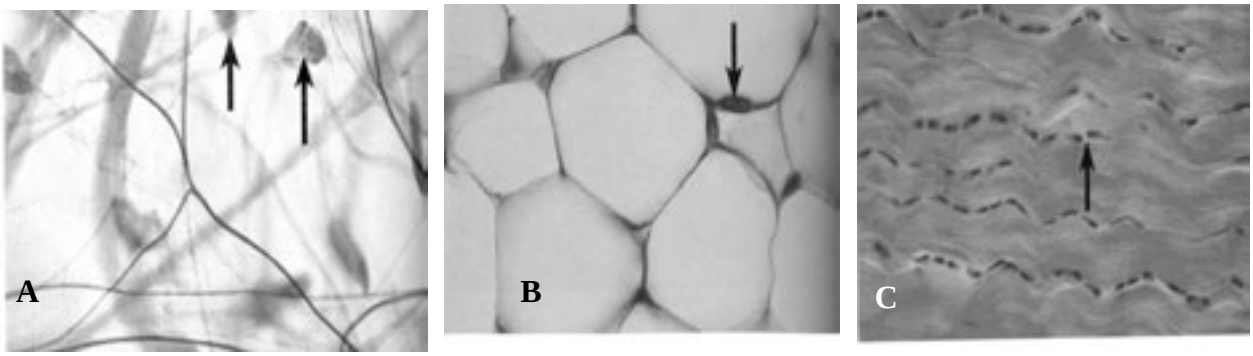


Figura. 1. 17 Țesuturi conjunctive moi (după Miller-Harley, 2005)

A - Țesut conjunctiv lax- Conține numeroase fibroblaste care produc fibre de colagen şi elastice. Este plasat sub epitelii, având rol de acoperire a organelor.
şi de amortizare.
B- Țesut adipos. Celulele conțin picături mari de lipide care dislocă nucleii spre membrana plasmatică. Este observat în jurul rinichilor, sub tegument. El constituie o rezervă energetică, izolează organismul împotriva pierderilor de căldură, susține şi protejează organele.
C- Țesutul conjunctiv fibros este alcătuit din fibre de colagen strâns unite. Acest țesut este întâlnit în dermă, în submucoasa tractului digestiv, capsulele fibroase ale organelor şi în articulații, conferind soliditate structurilor.

Țesutul cartilaginos este un țesut flexibil, dur care susține structuri cum este urechea externă şi formează întregul schelet al rechinilor. Celulele acestui țesut, denumite **condrocite,** stau în cavități, **lacune**, înconjurate de un matrix pe care îl secretă **condroblastele**. Matrixul împreună cu fibrele de colagen şi de elastină conferă cartilajului duritate şi elasticitate (Figura. 1.18).

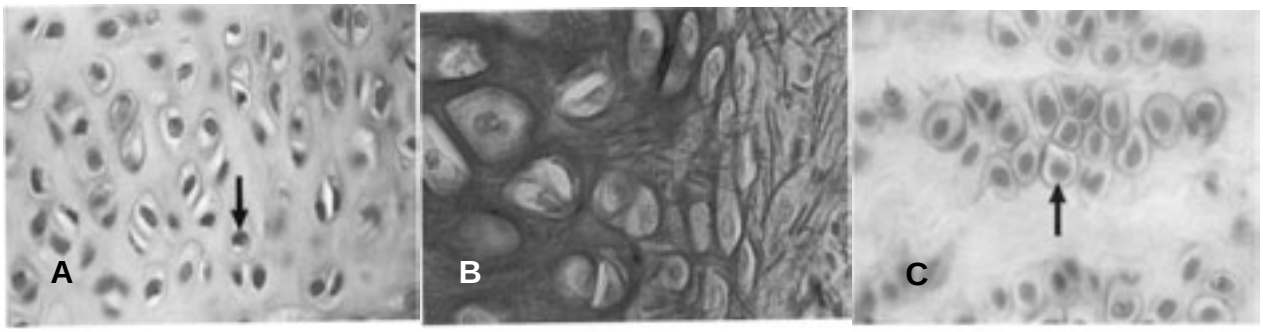


Figura. 1.18. Țesuturi cartilaginoase (după Miller-Harley, 2005)

A-Țesut cartilaginos hialin. Celulele cartilaginoase sunt situate în lacune înconjurate de material intercelular care conține fibre fine de colagen. Țesutul formează scheletul embrionar, acoperă capetele oaselor lungi, formează cartilajele nazal, traheene şi laringiene. Îndeplineşte rol de susținere şi întărire.
B-Țesut cartilaginos elastic conține fibre fine de colagen şi numeroase fibre elastice în materialul intercelular. Este identificat în urechea externă, epiglotă. Menține forma structurii, asigurându-i o mare flexibilitate.
C-Țesut cartilaginos fibros. Conține numeroase fibre de colagen în materialul intercelular. Apare în structura discurilor intervertebrale, a simfizei pubiene, a discurilor din articulația genunchiului. Absoarbe şocul de compresie.

Celulele osoase, **osteocitele**, stau de asemenea în lacune, însă matrixul care le înconjoară este impregnat cu fosfat şi carbonat de calciu, ceea ce atribuie **țesutului osos** duritate, făcându-l ideal pentru funcția de susținere şi protecție (Figura. 1.19)

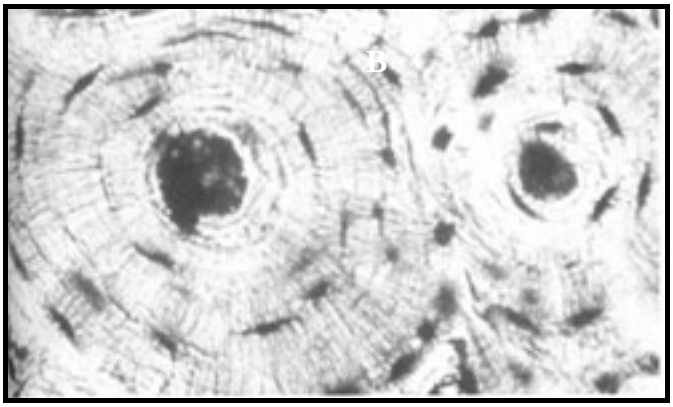


Figura. 1.19. Țesut osos compact (după Miller-Harley, 2005)

Matricea osoasă este depozitată sub formă de lame concentrice în jurul canalelor osteonice. Apare în structura oaselor, susține, protejează, asigură sistemul de pârghii pe care acționează muşchii, depozitează calciu şi grăsime şi formează celulele sanguine.

Sângele este un țesut conjunctiv special. Într-un fluid denumit **plasmă** sunt suspendate hematii, leucocite, trombocite. (Figura. 1.20). Sângele transportă diferite substanțe în corpul animalelor (Figura. 1.20).

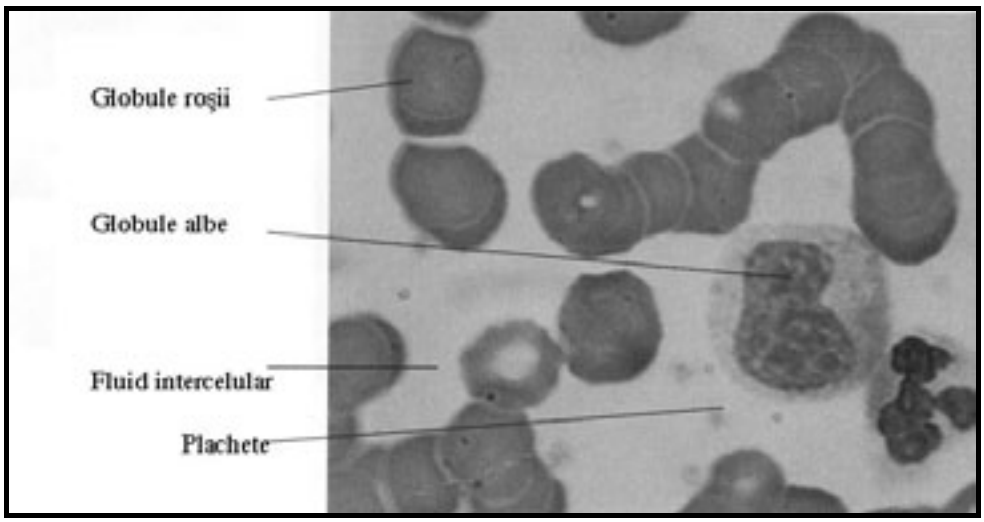


Figura.1.20. Tipuri de celule suspendate în plasma sanguină

Țesut conjunctiv alcătuit din globule roşii (hematii), globule albe, plachete (trombocite) suspendate într-un fluid intercelular. Îndeplineşte rol de transport al oxigenului, dioxidului de carbon, hormonilor, vitaminelor, substanțelor nutritive şi de catabolism.

1.4.3. Țesutul muscular

Țesutul muscular face posibilă mişcarea. Există trei tipuri de țesut muscular: scheletic, neted şi cardiac.

Muşchiul scheletic se inseră pe oase şi face posibilă deplasarea corpului la vertebrate.

Contracțiile ritmice ale muşchiului neted creează o mişcare de agitație, propulsând materialul printr-o structură tubulară şi controlând schimbările dimensiunii organelor cavitare, cum ar fi uterul şi vezica urinară.

Contracțiile muşchiului cardiac sunt percepute ca bătăi ale inimii (Figura. 1.21.).

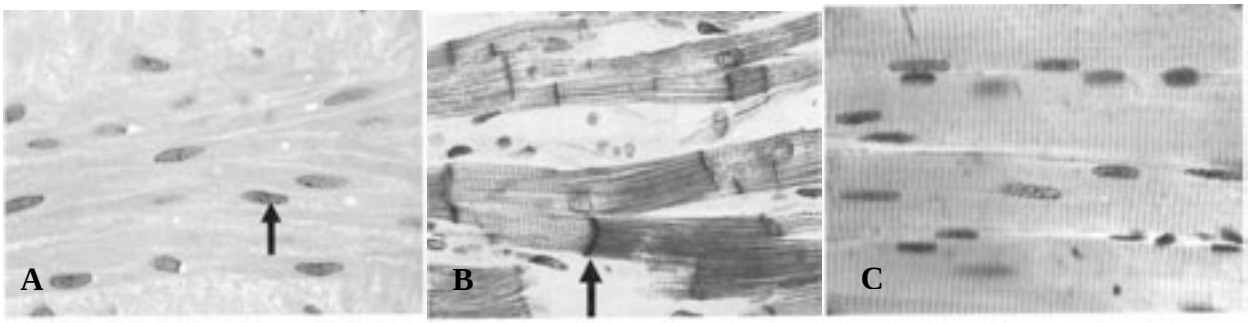


Figura. 1.21Țesut muscular

A-Țesut muscular neted format din celule fuziforme, cu nucleu central. Celulele sunt strâns unite şi formează benzi. În general se identifică în pereții organelor cavitare, propulsează obiecte sau substanțe şi prezintă un control involuntar. **B**- Țesut muscular cardiac format din celule striate ramificate, uninucleate, care conțin joncțiuni specializate denumite discuri intercalare care permit ionilor să se deplaseze rapid de la o celulă la alta. Intră în structura pereților inimii, se contractă involuntar şi propulsează sângele în circulație. **C**- Țesut muscular scheletic alcătuit din fibre musculare striate lungi şi cilindrice, cu numeroşi nuclei periferici. Apare în structura muşchilor scheletici inserați pe oase. El permite deplasarea voluntară.

1.4.4.Țesutul nervos

Țesutul nervos este alcătuit din diferite tipuri de celule: celule care conduc impulsul nervos, denumite **neuroni**, celule cu rol de protecție, susținere şi hrănire, denumite **nevroglii** şi celule care formează pelicule, protejează, hrănesc şi mențin celulele sistemului nervos periferic, denumite **celule gliale periferice** (Figura. 1.22). Neuronii transmit semnale electrice altor neuroni, muşchi sau glande. Țesutul nervos este localizat în creier, măduva spinării şi nervi.

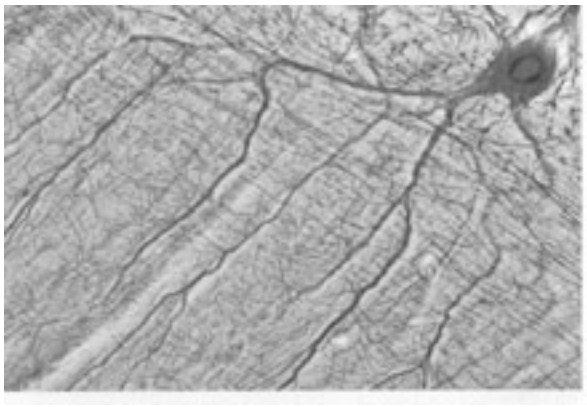


Figura. 1.22. Țesut nervos (după Miller-Harley, 2005)

1.5. Organe

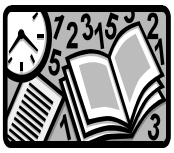
Organele sunt unități funcționale ale corpului unui animal constituite din mai mult de un tip de țesut. Exemple: inima, plămânii, ficatul, splina, rinichii.

1.6. Sisteme de organe

Sistemul reprezintă o asociere de organe care realizează împreună o anumită funcție. Sistemele de organe ale vertebratelor superioare sunt: sistemul nervos, muscular, scheletic, endocrin, circulator, limfatic, respirator, digestiv, urinar, şi reproducător.

Cel mai înalt nivel de organizare este nivelul organismului. Toate componentele corpului animal funcționează împreună, contribuind la supraviețuirea şi integrarea organismului ca întreg.

Animalele au nevoie de energie pentru a supraviețui. Majoritatea reacțiilor chimice care produc energie, sunt reglate de către enzime. Împreună, energia şi enzimele, dirijează forțele într-un organism. Animalele preiau energia din nutrienți pentru a susține metabolismul.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 21.

TESTE DE AUTOEVALUARE

17.Ce criteriu anatomic se foloseşte în clasificarea țesuturilor conjunctive?

18. Ce aspect structural vă ajută în identificarea tipurilor de țesut muscular?

19. La ce grup de animale apare pentru prima oară nivelul de organizare al sistemelor de organe?

1.7. Rezumat

Celulele sunt unitățile structurale şi funcționale ale tuturor organismelor vii. Celulele eucariote se deosebesc de cele procariote prin numeroase caractere, prezența unei membrane care delimitează nucleul cu cromozomi, fiind cel mai important. În jurul celulelor există o membrană care reglează transportul moleculelor dintre compartimentul celular şi mediul înconjurător. Aceasta este alcătuită dintr-un bistrat fosfolipidic, colesterol şi proteine. Substanțele pătrund în celulă prin difuzie simplă, difuzie facilitată, endocitoză şi transport activ. Nucleul delimitat de o membrană nucleară dublă, conține cromatina şi unul sau mai mulți nucleoli. În citoplasmă sunt localizate organite delimitate prin membrane: aparat Golgi, mitocondrii, lizozomi, reticul endoplasmatic. Citoscheletul este format din microfilamente, microtubuli şi filamente intermediare. Celulele care au structură şi funcție asemănătoare se organizează în țesuturi. După funcția îndeplinită, acestea se clasifică în țesut epitelial, conjunctiv, muscular şi nervos. Organele sunt alcătuite din mai multe tipuri de țesuturi. Sistemele reprezintă o asociere de organe.

1.8. Răspunsuri la teste de autoevaluare

1) vezi p 2; 2) vezi p 2; 3) vezi p 2; 4) vezi p 3; 5) difuzie facilitată, 6) difuzie simplă, 7) osmoză, 8) pinocitoză, 9) fagocitoză, 10) transport activ; 11) endocitoză mediată de receptor, 12) exocitoză; 13) vezi p 4; 14) vezi definiția de la p 5; 15) a) vezi p 9, b) vezi p 9-10, c) vezi p 10; 16) a) microtubul, b)filament de actină, c) filament intermediar; 17) consistența substanței fundamentale; 18) forma celulelor, numărul şi poziția nucleilor, prezența joncțiunilor intercelulare; 19) nemerțieni, vezi p 15.

1.9. Instrucțiuni generale de evaluare

Criterii de evaluare: tutorele va aprecia în lucrarea de verificare a cursanților capacitatea de sinteză a informației, capacitatea de aplicare a cunoştințelor în contexte noi, însuşirea criteriilor morfologice în identificarea taxonilor studiați, coerența şi logica răspunsurilor, corectitudinea cu care au fost însuşite definițiile, folosirea corectă a termenilor noi, argumentarea logică a teoriilor învățate, aplicarea cunoştințelor legate de biologia grupului studiat.

Pentru a obține un punctaj favorabil la lucrarea de verificare vă recomand să parcurgeți atent conținutul testelor de autoevaluare şi să verificați corectitudinea cu care ați răspuns la toate sarcinile de lucru.

Exercițiile cuprinse în lucrarea de verificare au punctaj egal (5p).

În cazul în care obțineți la lucrarea de verificare un scor mai mic de 50 de puncte va trebui să revedeți conținutul unității de învățare şi să refaceți lucrarea de verificare.

Rezultatul testului:

Numărul răspunsurilor corecte x 5=_____puncte

Punctajul maxim 100 puncte.

Ponderea lucrării de verificare este de 3,33% din evaluarea finală.

1.10.Lucrare de verificare 1

V.1.1. Explicați de ce modelul structurii membranei plasmatice se numeşte “modelul în mozaic fluid”.

V. 1.2. De ce anumite celule animale transportă molecule împotriva gradientului de concentrație? Ar putea supraviețui animalele în absența acestei funcții? (Explicați în maxim 50 de cuvinte).

V. 1.3. Explică în maxim 50 de cuvinte dimensiunea redusă a celulelor ținând cont de raportul dintre volumul nucleului şi cel al citoplasmei şi de raportul dintre volumul şi suprafața celulei.

V. 1.4. Completați spațiile libere din text cu una dintre variante încât enunțul să fie corect. Moleculele fosfolipidelor din membrană sunt orientate cu _____spre exterior şi cu_____spre interior .

a) capetele hidrofobe……cozile hidrofile
b) capetele hidrofile….cozile hidrofobe
c) capetele nepolare…..cozile polare
d) cozile hidrofobe….capetele hidrofile
e) cozile hidrofile…..capetele hidrofobe

V. 1.5. Alegeți una din variantele a-e astfel încât următoarea afirmație să fie corectă:

În cursul osmozei întotdeauna apa se deplasează spre soluția_____: adică spre soluția în care concentrația solutului este _____.

a) izotonică.....mai mare
b) hipertonică....mai mare
c) hipertonică... mai mică
d) hipotonică....mai mare
e) hipotonică....mai mică

V 1.6. Concentrația de calciu din celulă este de 0.3%. Concentrația de calciu din fluidul înconjurător este 0.1%. Cum ar putea celula să obțină mai mult calciu? Alegeți varianta corectă:

a) transport pasiv; b) difuzie; c) transport activ; d) osmoză; e) oricare dintre variantele de mai sus.

V. 1.7. Alegeți una dintre variante încât enunțul să fie corect. Deplasarea moleculelor dintr-o zonă cu concentrație mare spre o zonă cu concentrație mai scăzută se numeşte:

a) difuzie; b) endocitoză; c) fagocitoză; d) transport active; e) osmoză

V. 1.8. Ce situație descrie mai bine fagocitoza?

a) celulele folosesc acest proces pentru a exporta insulină sau tiroxină; b) celula înglobează o particulă, înconjurând-o cu pseudopodele şi o integrează într-o vacuolă; c) mici picături de fluid şi toți soluții dizolvați intră în celulă prin acest proces; d) doar liganzii specifici extracelulari întră în acest mod; e) după intrare, vezicula endocitotică migrează şi fuzionează cu aparatul Golgi

V. 1.9. Secreția de neurotransmițători a celulei nervoase, din vezicule mici de la capătul unui axon, poate fi considerată un exemplu de

a) exocitoză ; b) endocitoză ; c) fagocitoză; d) pinocitoză; e) osmoreglare.

V. 1.10. Completați spațiul liber din text cu una dintre variantele a-e astfel încât enunțul să fie corect. Dacă volumul unei celule creşte când este plasată într-o soluție apoasă, spunem că soluția este_____.în raport cu celula.

a) hipertonică; b) subatomică; c) izotonică; d) hipotonică; e) atonică

V. 1.11. Care dintre următoarele aspecte nu este necesar pentru transportul activ:

a) un gradient de concentrație; b) o membrană; c) trei ioni: d) o sursă externă de energie; e) toate aspecte de mai sus sunt necesare

V. 1.12. Care este situsul primar al sintezei proteinelor dintr-o celulă? Alegeți varianta corectă.

a) aparatul Golgi; b) ribozomii; c) mitocondria; d) lizozomi; e) microtubuli

V. 1.13. Ce stochează lizozomii ?

a) glicoproteine pregătite pentru a fi secretate de celulă; b) enzime digestive; c) material pentru ribozomi; d) ARN; e) bacterii

V. 1.14. Alegeți varianta în care se asociază corect organitul cu funcția pe care o îndeplineşte:

a) mitocondrie / fotosinteză; b) nucleu / respirație celulară; c) ribozomi / sinteza lipidelor; d) lizozomi / mişcare; e) vacuolă centrală / depozitare.

V. 1.15. Bacteriile sunt celule procariote. Diferența dintre ele şi celulele eucariote constă în faptul că acestea din urmă:

a) sunt lipsite de nucleu ; b) au un nucleu mic ; c) sunt lipsite de membrană plasmatică ; d) au puține compartimente celulare interne ; e) au o mai mare varietate de organite.

V. 1.16. Care este funcția nucleolului?

a) conține ereditatea celulară; b) modifică substanțele din reticulul endoplasmatic; c) organizează fibrele fusului de diviziune ; d) furnizează material pentru sinteza ribozomilor ; e) nici una din cele amintite mai sus

V. 1. 17. Completați spațiile libere din text cu varianta corectă. Lizozomii derivă din _____şi au rol în_____.

a) mitocondrie….respirație anaerobă ; b) aparat Golgi şi reticul endoplasmatic rugos…digestia organitelor îmbătrânite ; c) centrii organizatori ai microtubulilor….stocarea ADN ; d) bacterii simbionte…..moştenire extracromozomală; e) nucleoli….respirație anaerobă

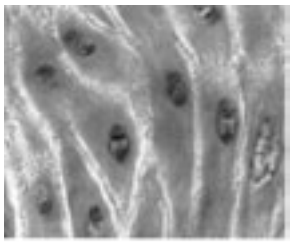
V. 1.18. Cum se numesc pliurile interne ale mitocondriei?

a) criste; b) grana; c) matrix; d) stroma; e) tubuli

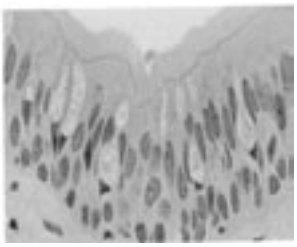
V. 1.19. Alegeți varianta corectă. Scheletul intern al celulei este format din:

a) microtubuli, microfilamente, filamente intermediare; b) celuloză şi filamente intermediare; c) celuloză, microtubuli, centrioli; d) microfilamente şi celuloză; e) microfilamente

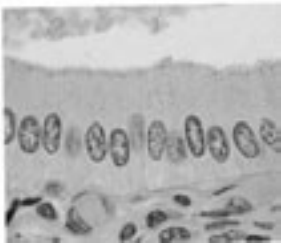
V. 1. 20. Recunoaşteți următoarele tipuri de țesuturi



a)



b)



c)

1.11. Cuvinte cheie

anvelopa nucleară, aparatul Golgi, centriol, cromatină, difuzie simplă, difuzie facilitată, endocitoza mediată de receptor exocitoză, fagocitoză, filamentele intermediare microfilamentele, microtubuli, lizozomi, mitocondrie, neuroni, nucleol, nucleoplasmă, osmoză, pinocitoză, reticul endoplasmatic rugos, reticul endoplasmatic neted, ribozomi transport active

1.12. Bibliografie

1. Bretscher, M.S., 1985. The molecules of the cell membrane. Sci.Am., 253, 100-108.

2. Campbell, N.A., Reece, J.B., Biology, 2002, Pearson Education, Inc., Publishing as Benjamin Cummings, 108-154.

3. Dautry-Varsat, A., Lodish 1984. How receptors bring proteins and particles into cells. Sci.Am., 250, 52-58.

4. Hickman, C.P., Roberts, L.S., Larson, A., l'Anson, H., Integrated Principles of Zoology, Mc Graw-Hill Companies Inc., 2004, 36-55.

5. Hickman, C.P., Hickman, F.M., Kats, L., Laboratory Studies in Integrated Principles of Zoology, Mc Graw-Hill Companies Inc.1997, 19-43.

6. Miller, S.A., Harley, J.P., Zoology, Mc Graw-Hill ,2005, 9-30.

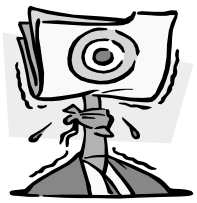
7. www.mhne.com./zoology**,** Web Links: Cell Structure anf Function; DNA Structure and Function; Mitochondria; Cilia, Flagella and Microvilli.

Unitatea de învățare 2
INTRODUCERE ÎN CLASIFICAREA ANIMALELOR

Cuprins

Obiective	25
2.1. Clasificarea organismelor: Ierarhia taxonomică	26
2. 2. Nomenclatura binomială	27
2.3. Şcoli de sistematică	29
2.4. Taxonomie moleculară	35
2.5. Rezumat	37
2.6. Răspunsuri la testele de autoevaluare	37
2.7. Instrucțiuni generale de evaluare	38
2.8. Lucrare de verificare 2	38
2.9. Cuvinte cheie	40
2.10. Bibliografie	40

Obiective



Obiective generale

- **Folosirea ierarhiei taxonomice şi a nomenclaturii binomiale în studiul animalelor**

Obiective specifice

La sfârşitul unității de învățare cursanții:

1. **Aplică regulile impuse în nomenclatura binomială.**
2. **Plasează o specie în ierarhia taxonomică.**
3. **Deosebesc o cladogramă de un arbore filogenetic.**
4. **Construiesc singuri cladograme.**
5. **Deosebesc structurile omoloage de cele analoage.**
6. **Compară sistemul de clasificare cladistic cu cel evoluționist.**
7. **Argumentează importanța folosirii secvențelor de nucleotide şi de aminoacizi în clasificarea organismelor şi avantajele aplicării metodelor moleculare.**

2.1. Clasificarea organismelor: Ierarhia taxonomică

Până în prezent au fost descrise şi clasificate aproximativ 1.5 milioane de specii, dintre care mai mult de trei sferturi sunt animale. Mii de specii noi sunt descrise în fiecare an. Se estimează că au fost clasificate doar 20% din total speciilor de animale care trăiesc în prezent şi doar 1% din cele care au trăit în trecut. Sunt autori care avansează cifre mai mari pentru numărul speciilor de animale care trăiesc în prezent pe Pământ, între 4-30 de milioane.

Studiul diversității organismelor şi al relațiilor evolutive dintre ele se numeşte sistematică (Gr. *systema*-sistem+*ikos*, ansamblu de fapte) **sau taxonomie** (Gr. *Taxis*, aranjare+L. *nominalis*, aparținând unui nume).

Reconstituirea filogeniei şi studiul diversității biologice într-un context evolutiv, reprezintă scopul principal al cercetării sistematicii.

Alți autori sunt de părere că taxonomia este o ramură a sistematicii care numeşte şi clasifică organismele şi grupurile de specii.

În munca lor, zoologii sistematicieni urmăresc trei obiective:

1. să descopere toate speciile de animale
2. să reconstituie relațiile lor evolutive
3. să clasifice organismele animale în concordanță cu relațiile evolutive dintre ele.

Filozoful grec Aristotel a fost primul care a clasificat organismele pe baza asemănărilor structurale. Formal, începuturile taxonomiei datează din secolul al XVIII-lea odată cu apariția lucrării lui Karl Linné, *Systema naturae*, care a propus o schemă de clasificare a organismelor vii cunoscute, folosind morfologia pentru ordonarea exemplarelor din colecții.

El a recunoscut cinci categorii taxonomice, înțelegând prin **taxon** orice grupare de animale care au în comun un set particular de caracteristici.

Linné a divizat regnul animal în **specii,** atribuindu-le o denumire, a grupat speciile în **genuri**, genurile în **familii**, familiile în **ordine** şi ordinele în **clase**. Acestor categorii li se adaugă astăzi **filumul** (care cuprinde mai multe clase), **regnul** (care cuprinde mai multe filumuri) şi **domeniul**, categoria taxonomică cea mai cuprinzătoare, dar care nu este universal acceptată.

În mod ideal, membrii aceluiaşi grup taxonomic sunt mai strâns înrudiți unul cu altul decât cu membrii altui taxon. Asemănările morfologice dintre ei au o bază genetică şi sunt rezultatul unei istorii evolutive comune. Astfel în gruparea animalelor, în raport cu caracterele comune, Linné s-a bazat pe relațiile evolutive dintre ele.

Cea mai mare parte a clasificării lui Linné, a fost drastic modificată, însă au fost păstrate principiile de bază.

Un secol mai târziu, Darwin a introdus, ca ştiință, sistematica atunci când a scris " Originea speciilor".

Sistemul lui Linné are două caracteristici principale:

1. oferă o denumire pentru fiecare specie, compusă din doi termeni

2. propune o clasificare ierarhică a speciilor în grupuri de organisme tot mai largi.

2. 2 Nomenclatura binomială

Taxonomii au adoptat pentru fiecare specie un nume latinizat sau format din doi termeni (**nomenclatură binomială**). Primul termen reprezintă **genul**, căruia îi aparține fiecare specie. Cel de-al doilea, epitetul specific, denumeşte specia din cadrul unui gen.

Prima literă a denumirii de gen este majusculă şi întreaga denumire este scrisă cu italice. Denumirea de gen se referă la un singur grup de organisme, acelaşi nume neputând fi atribuit pentru două genuri diferite de animale. În schimb unor genuri diferite li se poate asocia acelaşi epitet al speciei pentru a desemna specii diferite, neînrudite. Când genul se subînțelege el poate fi abreviat, exemplu *H. sapiens.*

Uneori speciile sunt divizate în subspecii pentru care se foloseşte **nomenclatura trinomială** exemplu: *Lacerta agilis.*

Sistemul binomial al nomenclaturii a adus ordine într-o lume haotică de denumiri populare care prezintă mai multe inconveniente: variază de la o țară la alta şi de la o regiune la alta a fiecărei țări, se referă la categorii taxonomice superioare nivelului speciei.

Sistemul binomial al nomenclaturii este universal şi precizează nivelul de clasificare implicat în orice descriere.

Pentru a identifica şi denumi speciile, obiectivul major al sistematicii este de a grupa speciile în categorii taxonomice mai largi. Speciile care sunt strâns înrudite fac parte din acelaşi gen.

De exemplu leopardul, *Panthera pardus* aparține aceluiaşi gen din care fac parte leul, *Panthera leo*, tigrul, *Panthera tigris*. Gruparea speciilor este un aspect firesc pentru natura umană dornică să structureze viziunea asupra lumii. Dincolo de gruparea speciilor în genuri, taxonomia se extinde spre categorii de clasificare progresiv mai largi. Ea plasează **genurile** înrudite în aceeaşi **familie**, familiile în **ordine**, ordinele în **clase**, clasele în **filumuri**, filumurile în **regnuri** şi regnurile în **domenii**. Fiecare nivel taxonomic este mai cuprinzător decât precedentul.

Se prefigurează următoarele criterii în identificarea unei specii:

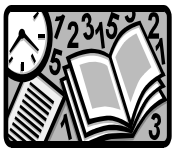
1. Originea într-o populație ancestrală, prin urmare **specia este o entitate istorică.** Ea reprezintă cea mai mică grupare distinctă de organisme care au în comun originea şi descendenții.
2. Caracterele morfologice, cromozomale şi moleculare sunt importante în identificarea acestor grupări de organisme. Ele reprezintă **comunități reproductive** care exclud membrii altor specii.
3. Orice specie are o distribuție în spațiu, **areal geografic** şi o distribuție în timp, cunoscută ca **durată evolutivă**. Speciile care au areale geografice largi sau sunt răspândite pe tot globul se numesc **cosmopolite,** în timp ce speciile care au o distribuție geografică restrânsă, se numesc **endemice**.

În 1982 Mayr a pus bazele conceptului de **specie biologică**:

“ ***O specie este o comunitate reproductivă de populații (izolată reproductiv de altele) care ocupă o nişă specifică în natură*** *”*.

Simpson a adăugat o **dimensiune evolutivă** conceptului de specie biologică. Specia evolutivă este o linie singulară a populației ancestrale şi descendente, care îşi păstrează identitatea față de alte linii asemănătoare şi are tendințele sale evolutive şi destinul său istoric.

Conceptul de specie filogenetică - specia este o grupare ireductibilă de organisme, diagnozabil distinctă de alte grupări asemănătoare care deține atât tiparul morfologic parental cât şi pe cel al descendenței.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 37

TESTE DE AUTOEVALUARE

1. **În denumirea ştiințifică *Lacerta agilis chersonensis* indicați semnificația fiecărui termen.**
2. **Ce tip de nomenclatură s-a folosit?**
3. **Se dau următoarele denumiri: *Lacerta viridis* (guşterul), *Lacerta vivipara* (şopârla de munte).**
   Ce semnificație au termenii *Lacerta, vivipara, viridis*?
   Ce precizare puteți face în legătură cu cele două denumiri?
   Dacă ați realiza o lucrare ştiințifică pentru ce tip de denumiri ați opta şi de ce ?
4. **Ce observație puteți face în legătură cu modul de ortografiere al denumirilor: Cyprinus Carpio, Rana Ridibunda ?**
5. **Realizați încadrarea sistematică speciei "şopârla cenuşie", indicând corect ierarhia taxonilor dacă ştiți că: epitetul specific este *agilis,* Clasa Reptilia Phylum Chordata, Ordinul Squamata, Familia Lacertidae, Genul *Lacerta*, Subphylum Vertebrata, Regnul Animalia, Subclasa Lepidosauria, Subordinul Lacertilia.**

2.3.Şcoli de sistematică

Se cunosc trei şcoli de sistematică:

1. sistematica evoluționistă
2. taxonomia numerică
3. sistematica filogenetică (cladism)

Sistematica evoluționistă este cea mai veche dintre cele trei şi pleacă de la ipoteza că organismele strâns înrudite cu un strămoş vor semăna cu acesta mai mult decât cu organisme mai puțin înrudite.

Ea se bazează pe două principii evolutive pentru recunoaşterea şi ierarhizarea taxonilor superiori

1. **descendența comună**
2. **anvergura schimbării evolutiv adaptative**. Taxonii trebuie să aibă o singură origine evolutivă şi trebuie să prezinte aspecte adaptative unice.

Adepții sistematicii evoluționiste recunosc două tipuri de asemănări între organisme: omologiile şi analogiile.

Omologiile sunt asemănările atribuite originii dintr-un strămoş comun şi sunt utile în clasificarea animalelor. De exemplu membrele anterioare ale mamiferelor sunt omoloage în ceea ce priveşte asemănările la nivelul scheletului intern chiar dacă sunt adaptate pentru săpat, alergat, înot, zbor.

Nu toate caracterele de asemănare pot fi calificate ca omologii, întrucât specii din ramuri evolutive divergente ajung să semene datorită adaptării la presiuni evolutive asemănătoare. Această situație este cunoscută cu denumirea de **evoluție convergentă,** iar asemănarea datorată convergenței se numeşte **analogie.** De exemplu aripile liliecilor şi ale păsărilor reprezintă un echipament analog pentru zbor. Examinarea formelor fosile a demonstrat că cele două structuri au evoluat independent din membrele anterioare ale diferiților strămoşi. Analogiile nu reflectă originea comună şi nu sunt folosite în taxonomia animală

Ca principiu general, cu cât numărul părților omoloage ale speciilor este mai mare cu atât acestea sunt mai înrudite şi acest lucru ar trebui reflectat în clasificarea lor. Adaptarea poate să atenueze omologiile şi convergența poate crea analogii derutante.

Cu cât două structuri similare sunt mai complexe cu atât este mai puțin probabil ca ele să fi evoluat independent.

Sistematicienii evoluționişti îşi exprimă rezultatele cercetării lor sub forma **arborilor filogenetici** în care organismele sunt grupate în strânsă legătură cu relațiile lor evolutive, cu scala temporală şi abundența relativă a grupului. Arborii filogenetici reflectă clasificarea ierarhică a grupurilor taxonomice în taxoni superiori mai cuprinzători, ilustrând legătura dintre filogenie şi clasificare (Figura 2.1.).

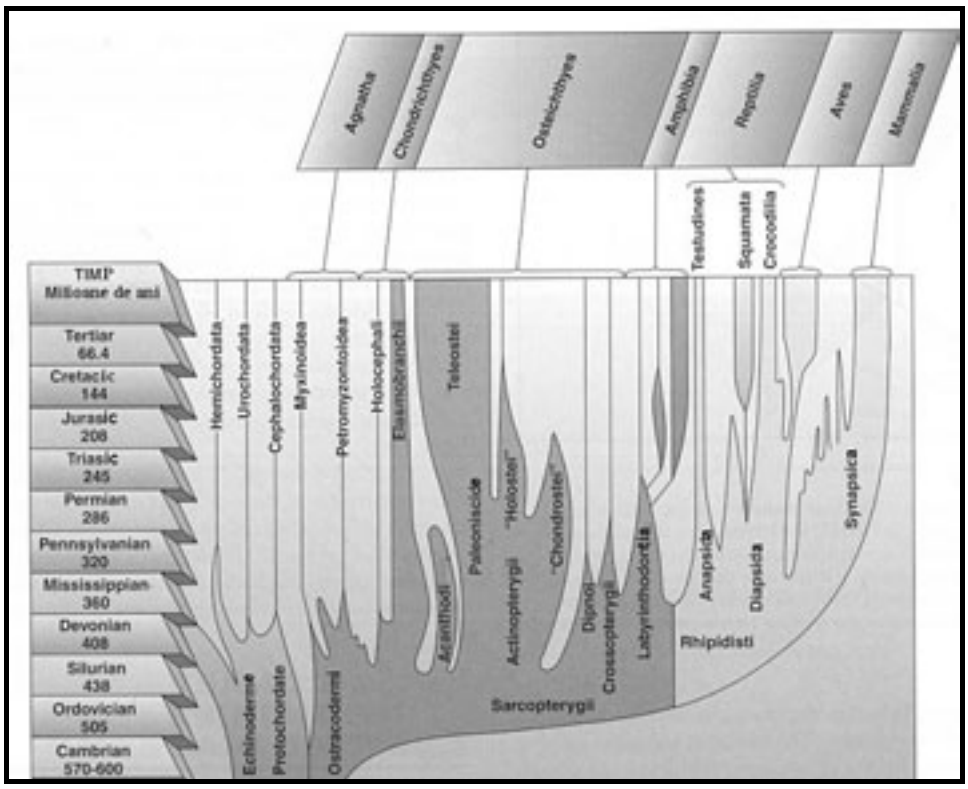


Figura. 2.1 Arbore filogenetic care prezintă filogenia vertebratelor (după Miller-Harley, 2005)

Taxonomia numerică

Taxonomia numerică a apărut în cursul anilor ’50. În opinia fondatorilor, criteriile pentru gruparea taxonilor deveniseră prea arbitrare şi vagi, aşa încât şi-au propus să facă taxonomia mai obiectivă, folosind modele matematice şi tehnici computerizate pentru a grupa eşantioane de organisme în funcție de asemănările lor generale. Ei nu au ținut cont de omologii şi analogii, dar au recunoscut existența analogiilor şi au evitat comentarea relațiilor evolutive dintre taxonii strâns înrudiți.

Taxonomia numerică este cea mai puțin populară dintre şcoli, însă trebuie subliniat că toți taxonomii folosesc programele computerizate pe care le-au dezvoltat reprezentanții taxonomiei numerice.

Sistematica filogenetică (cladism)

Sistematica filogenetică (cladism) are acelaşi obiectiv ca şi sistematica evoluționistă: formularea ipotezelor privind relațiile genealogice dintre grupurile monofiletice de organisme.

Susținătorii cladismului pretind că metodele lor sunt mai deschise analizei şi testării, deci mai ştiințifice, decât ale sistematicienilor evoluționişti. Cladiştii diferențiază omologiile de analogii şi consideră că omologiile de origine recentă sunt mai utile în studiile filogenetice.

În prezent majoritatea sistematicienilor practică analiza cladistică sau cladismul. Această revoluție în sistematică a fost marcată de apariția unei lucrări aparținând entomologului german Willi Hennig.

Caracterele pe care toți membrii unui grup le au în comun sunt denumite **simplesiomorfii** (Gr. *sym*, împreună + *plesio*, aproape + *morphe*, formă). Aceste caractere sunt omologii care pot indica un strămoş comun, dar sunt nefolositoare în descrierea relațiilor din grup.

Pentru a hotărî ce caracter este ancestral pentru un grup de organisme, cladiştii caută un grup înrudit (filogenetic apropiat) de organisme, dar care nu este inclus în grupul studiat, "**outgroup**".
În figura 2.2 Taxonul 5 este grup înrudit (outgroup) în raport cu taxonii 1-4. Caracterul A este simplesiomorfic (ancestral) pentru grupul înrudit şi grupul studiat.

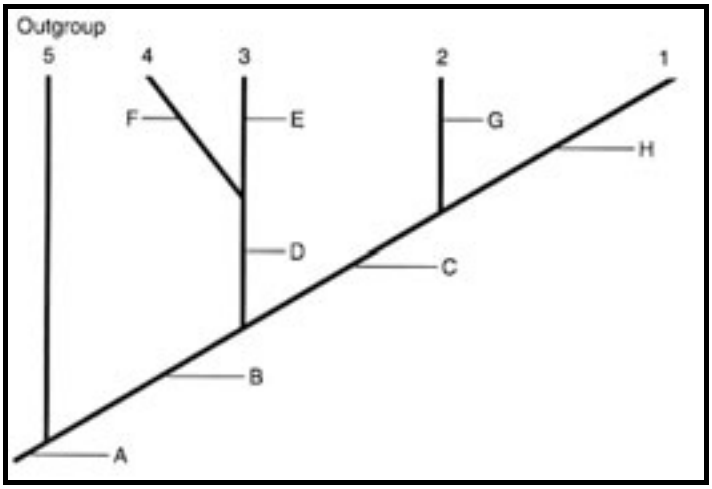


Figura. 2.2 Cladogramă

Caracterele declarate ancestrale pentru un taxon sunt denumite **plesiomorfe.** Caracterele care au apărut ulterior desprinderii grupului înrudit, se numesc **caractere derivate**. Caracterele derivate comune membrilor unui grup de numesc **sinapomorfii**. (Gr. *syn*, împreună +*apo,* departe + *morphe*, formă).

Taxonii 1-4 au în comun caracterul B. Acest caracter separă taxonii 1-4 de outgroup. Caracterele C şi D au apărut mai recent decât caracterul B. Taxonii 1-2 strâns înrudiți, au în comun caracterul C. Taxonii 3-4 strâns înrudiți, au în comun caracterul D. Prezența unei sinapomorfii, un caracter derivat comun aduce dovada omologiei şi a faptului că taxonii formează o unitate în interiorul grupului studiat denumită **cladă** (Gr. *klados*-ramură).

O cladă corespunde unei unități a descendenței evolutive comune şi cuprinde toți descendenții unei linii ancestrale. Taxonii 1-2 formează o cladă caracterizată de caracterul C.

Cladele, ca niveluri taxonomice, sunt incluse în clade mai largi. De exemplu familia pisicilor este o cladă care aparține unei clade mai cuprinzătoare care include şi familia câinilor. Un asemenea grup de specii, genuri, familii sau taxoni superiori este **monofiletic** (Fig. 2.3).

În fig 2.4. taxonul 2 este **parafiletic,** ceea ce înseamnă că el are un strămoş A şi conține unii, dar nu toți descendenții strămoşului. Este rezultatul cunoaşterii insuficiente a grupului.

Taxonul 3 este **polifiletic,** ceea ce înseamnă că este lipsit de strămoşul comun B, care ar uni speciile într-un grup monofiletic. Grupul polifiletic reflectă de asemenea cunoaşterea insuficientă a grupului.

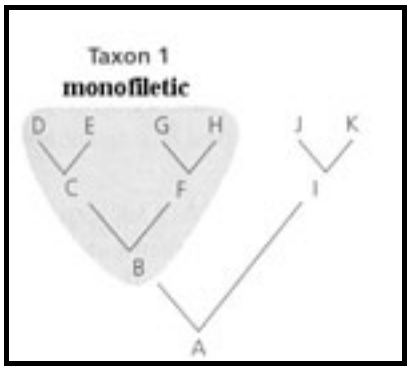


Figura. 2.3. Grup monofiletic

Taxonul 1 format din 7 specii (B-H) este monofiletic. Acesta este format dintr-o specie ancestrală şi toate speciile descendente.

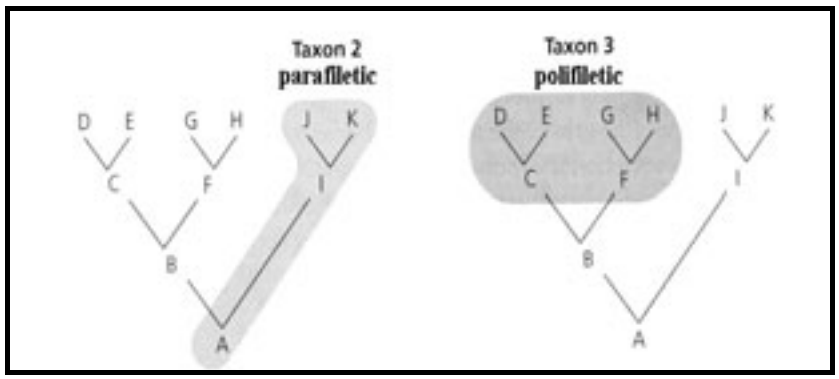


Figura 2. 4. Taxoni parafiletici şi polifiletici

Schema se numeşte **cladogramă** şi este o reprezentare care descifrează secvența în care apar caracterele derivate. O cladogramă este interpretată ca un arbore de familie, care formulează o ipoteză privind liniile monofiletice, constituit dintr-o serie de dicotomii sau puncte de bifurcație. Fiecare punct de ramificare reprezintă divergența a doi taxoni de acelaşi rang, dintr-un strămoş comun. De pildă strămoşul comun al familiilor câinilor şi pisicilor a trăit cu mult înaintea strămoşului comun din care s-au desprins leopardul şi pisica domestică.

Stabilirea relațiilor dintre speciile actuale se realizează prin examinarea resturilor fosile, prin compararea anatomiei speciilor, dar şi a fragmentelor lor de ADN sau de proteine care ar putea demonstra gradul lor de înrudire până la nivel molecular.

În căutarea grupurilor monofiletice taxonomii cercetează atributele animalelor, denumite **caractere**, capabile să dovedească înrudirea.

Un caracter este orice aspect codificat genetic, care poate fi măsurat (exemplu un aspect anatomic, secvența de baze azotate din ADN sau ARN).

Cum hotărâm că asemănările dintre specii sunt relevante pentru a justifica gruparea lor într-o cladă, întrucât nu toate asemănările reprezintă dovezi ale originii într-un strămoş comun?

Dincolo de separarea caracterelor omoloage şi analoage, sistematicienii trebuie să aleagă printre caracterele omoloage pentru a descoperi caracterele derivate comune.

Caracterele relevante pentru filogenie sunt cele omoloage.

De pildă părul este un caracter al tuturor mamiferelor, aşa cum este şi coloana vertebrală. Prezența coloanei vertebrale nu ne ajută însă să deosebim mamiferele de alte vertebrate pentru că şi alte vertebrate nemamaliene, peşti, amfibieni, reptile, au coloană vertebrală. Cu alte cuvinte coloana vertebrală este o omologie care precede desprinderea cladei mamiferelor din arborele vertebratelor; acesta este un **caracter primitiv comun,** o omologie comună a unui taxon mai cuprinzător decât cel pe care încercăm să-l definim.

Dimpotrivă, părul este o omologie prezentă doar la mamifere. În compararea mamiferelor cu alte vertebrate, părul este un **caracter comun derivat,** adică o noutate evolutivă specifică unei clade particulare. Coloana vertebrală este un caracter derivat pentru un punct de ramificație mai vechi care deosebeşte toate vertebratele de alte animale. Printre vertebrate, coloana vertebrală este un caracter comun primitiv pentru că a apărut la strămoşul comun al tuturor vertebratelor. Observăm că secvența ramificațiilor din cladogramă reprezintă secvența cronologică în care au apărut noutățile evolutive sau caracterele comune derivate în timpul istoriei evolutive a unui set de organisme.

Din analiza cladogramei din figura. 2.5. reiese că strămoşul comun al cladei broască țestoasă-leopard este mai recent decât strămoşul cladei salamandră-broască țestoasă-leopard.

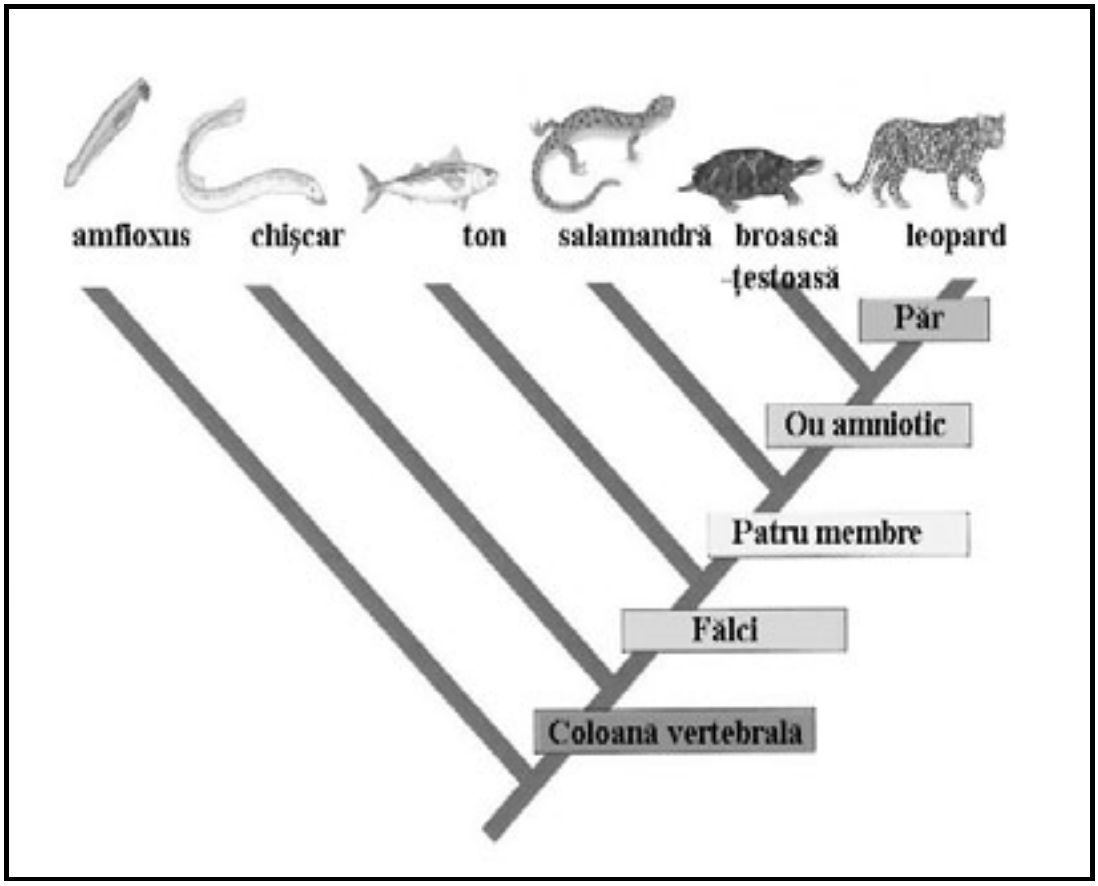
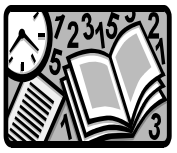


Figura. 2.5.Cladogramă. Analiza distribuției taxonomice a omologiilor ne permite identificarea secvenței în care au evoluat caracterele derivate în cursul filogeniei vertebratelor

	Amfioxus	Chișcar	Ton	Salamandră	Broască-țestoasă	Leopard
Păr	0	0	0	0	0	1
Ou amniotic	0	0	0	0	1	1
Patru membre	0	0	0	1	1	1
Fălci	0	0	1	1	1	1
Coloană vertebrală	0	1	1	1	1	1

Tabel de caractere. 0 Indică absența unui caracter, 1 indică prezența caracterului. Întabelând datele în acest mod, devine mai uşoară introducerea datelor în programele de calculator.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 37.

TESTE DE AUTOEVALUARE

6. Ce deosebire există între un arbore filogenetic şi o cladogramă?

7. Se dau următoarele exemple de animale: salamandra, broasca țestoasă, şopârla cenuşie, crocodilul. Care dintre animale amintite mai sus ar putea constitui grupul înrudit (outgrup)? Ce animale pot fi grupate împreună?

8. Identificați caracterele comune ale grupului mai numeros, de studiat şi caracterele grupului înrudit.

9. Ce caractere ar fi putut să aibă strămoşul celor două grupuri?

10. Definiți caracterul.

11. Culoarea corpului este un caracter codificat genetic. Masculii peştilor papagal sunt mai viu colorați decât femelele. Considerați că în cazul acesta coloritul corpului este un caracter util în sistematica peştilor? Argumentați.

2.4. Taxonomie moleculară

În stabilirea filogeniei şi în clasificarea organismelor, a devenit util să comparăm macromoleculele ca şi caracterele anatomice.

În timp ce identificarea omologiilor ne arată originea comună, compararea genelor şi a proteinelor pe care le codifică, ne permite cunoaşterea profundă a relațiilor evolutive dintre organisme.

Secvențele de nucleotide din ADN sunt moştenite şi ele programează secvențele corespunzătoare de aminoacizi din proteine.

La nivel molecular, divergența evolutivă a speciilor urmăreşte în paralel acumularea deosebirilor din genomul lor. Cu cât două specii s-au desprins mai recent dintr-un strămoş comun, cu atât ADN şi secvențele lor de aminoacizi sunt mai asemănătoare. Prin urmare biologia moleculară sprijină dezvoltarea sistematicii filogenetice la extremele relațiilor evolutive, pornind de la ramurile majore până la cele mai fine relații dintre taxonii arborelui vieții.

Pentru compararea proteinelor şi a acizilor nucleici se folosesc astăzi numeroase metode, cea mai mare parte a cercetărilor bazându-se pe compararea secvenței nucleotidice a ARN şi ADN.

Poziția fiecărui nucleotid reprezintă un caracter moştenit sub forma bazelor ADN. Regiunile omoloage ale ADN, provenit de la două specii, care au o lungime de 1000 de nucleotide, furnizează 1000 de puncte de comparație. Un sistematician poate să compare mai multe regiuni ADN pentru a verifica relațiile dintre două specii. Frecvența cu care apar modificări ale secvenței de ADN variază dintr-o parte în alta a genomului.

ADN care codifică ARNr se modifică relativ puțin, aşa încât compararea acestor secvențe de ADN este utilă pentru investigarea relațiilor dintre taxonii care s-au desprins acum sute de milioane de ani. Numeroşi sistematicieni s-au concentrat în ultimii ani asupra cercetării genelor ARNr pentru a rezolva problemele filogeniei animale.

ARNr este un material excelent pentru studierea evoluției vieții pe Pământ. Este o moleculă veche care şi-a păstrat funcția la aproape toate organismele şi care s-a modificat puțin. Această capacitate redusă de modificare se numeşte **conservare evolutivă** şi demonstrează că mecanismul sintezei de proteine al celulei suportă puține modificări şi încă reține funcția sa vitală. Conservarea evolutivă a acestei molecule demonstrează că organismele strâns înrudite, este posibil să aibă aceleaşi ARN-uri. Organismele puțin înrudite ar fi de aşteptat să prezinte ARN-uri ribozomale mai puțin asemănătoare. În realitate diferențele sunt destul de mici, încât relațiile cu unele molecule ancestrale sunt evidente.

Studiile ARNr au demonstrat că toate organismele vii au un strămoş comun şi că există trei linii evolutive majore, denumite **domenii**, considerate a fi grupările taxonomice cele mai cuprinzătoare:

- **Archaea**, microorganisme procariote care trăiesc în medii cu temperatură, salinitate, aciditate, adâncime extreme, anaerobe, similare primelor forme de viață apărute pe Pământ.

Ele reprezintă cele mai primitive forme de viață. Din acest grup s-au desprins celelalte domenii:

- **Eubacteria**, bacteriile propriu-zise
- **Eukaria**, toate organismele eucariote.

Este interesant că eucariotele sunt mai strâns înrudite cu Archaea decât cu Eubacteria.

Ulterior Eukaria a suferit o diversificare rapidă dar târzie a liniilor moderne: **Protista**, **Fungi**, **Plantae**, **Animalia**.

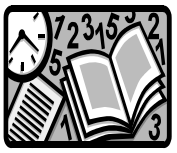
Spre deosebire de ARNr, ADNmt (mitocondrial) evoluează rapid, de aceea se recurge la compararea secvențelor de ADNmt pentru a analiza filogenia speciilor relativ strâns înrudite sau chiar a populațiilor aceleiaşi specii.

Dacă două specii s-au desprins relativ recent dintr-un strămoş comun, secvențele regiunilor omoloage de ADN vor fi probabil identice în lungime. Dimpotrivă, speciile mai puțin înrudite, pot avea secvențe ADN omoloage care se deosebesc nu doar prin bazele existente în anumite situsuri dar şi prin lungimea lor totală.

Mitocondriile se transmit de la părinți la descendenți prin citoplasma ovulului şi pot fi folosite pentru marcarea liniilor materne. Utilizând ADNmt, este implicată o cantitate relativ mică de ADN, care se modifică cu o rată relativ constantă.

Datarea istoriei evolutive se bazează în special pe înregistrarea fosilelor. În ultimele decenii, biologia moleculară a furnizat o metodă independentă pentru plasarea originii grupurilor taxonomice în timp. Denumite **ceasuri moleculare**, aceste metode se bazează pe observația că cel puțin unele regiuni ale genomului evoluează cu rate constante. Dacă anumite secvențe omoloage de ADN sau produşii lor proteici, se compară cu taxonii care se ştie că s-au desprins dintr-un strămoş comun în cursul anumitor perioade din trecut, atunci numărul nucleotidelor şi al substituțiilor este proporțional cu timpul scurs din momentul desprinderii taxonilor dintr-un strămoş comun.

De exemplu proteinele omoloage ale liliecilor şi delfinilor sunt mai asemănătoare decât cele ale rechinilor şi peştilor osoşi, ceea ce este în concordanță cu dovezile paleontologice conform cărora rechinii şi peştii osoşi au urmat căi evolutive separate mai mult timp decât liliecii şi delfinii. În această situație divergența moleculară a reținut mai bine urma timpului decât modificările morfologice.



TESTE DE AUTOEVALUARE

12. Ce biomoleculă se analizează pentru stabilirea liniilor evolutive majore şi de ce s-a optat pentru ea ?

13. Ce biomoleculă este preferată în studiile comparative ale speciilor înrudite şi de ce ?

14. Definiți ceasul molecular şi stabiliți importanța folosirii metodelor moleculare în taxonomie.

Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 37

2.5. Rezumat

Sistematica reprezintă studiul istoriei evolutive şi clasificării organismelor. Sistemul binomial al clasificării a fost inițiat de Karl Linné şi este folosit pretutindeni în clasificarea organismelor. Organismele sunt clasificate în categorii largi, denumite regnuri. În ultimii ani s-a folosit sistemul de clasificare cu cinci regnuri. Descoperiri recente repun în discuție relațiile evolutive din regnul Monera şi Protista. Cele trei direcții moderne de aprofundare a sistematicii sunt: sistematica evoluționistă, taxonomia numerică şi sistematica filogenetică (cladismul). Obiectivul major al sistematicii este stabilirea relațiilor evolutive între grupurile monofiletice. Sistematicienii evoluționişti folosesc caracterele omoloage şi ierarhizează importanța diferitelor caractere în stabilirea relațiilor evolutive. Cladiştii caută caractere derivate comune care pot fi folosite pentru a investiga relațiile evolutive. O cladă este un taxon monofiletic care cuprinde strămoşul comun şi descendenții săi. Metodele cladismului, larg acceptate astăzi, au condus la grupări taxonomice netradiționale de animale. Arborii evolutivi sunt utili în descifrarea relațiilor evolutive dar prezintă unele limitări. Compararea, între specii, a secvenței bazelor azotate din acizii nucleici şi a secvenței de aminoacizi din proteine, relevă relații filogenetice. Secvența de baze nucleotidice din anumite regiuni ale ADN se modifică destul de consecvent încât să servească drept ceas molecular pentru a data anumite momentele evolutive din trecut.

2.6. Răspunsuri la testele de autoevaluare

1) *Lacerta*-gen; *agilis*-epitet specific; *chersonensis*-epitet subspecific 2) nomenclatură trinomială; 3) *Lacerta* gen; *vivipara, viridis* epitete specifice; sunt specii diferite care aparțin aceluiaşi gen; se folosesc denumirile ştiințifice care sunt universale, cunoscute de toți specialiştii; 4) nu sunt italicizate; epitetele specifice se ortografiază cu literă mică; 5) Regn Animalia, Phylum Chordata, Subphylum Vertebrata, Clasa Reptilia, Ordinul Squamata, Subordinul Lacertilia, Familia Lacertidae, *Lacerta agilis*;

6);vezi p 29;31; 7) salamandra reprezintă outgroup-ul; broasca țestoasă, crocodilul, şopârla cenuşie formează grupul de studiat; 8) patru membre bine dezvoltate tegument protejat de solzi sau scuturi, respirație prin plămâni, embrion cu anexe embrionare, temperatura corpului variabilă; la salamandră corp alungit prevăzut cu două perechi de membre, tegument bogat în glande, fără solzi sau scuturi, respirație prin plămâni în stadiul de adult , embrion fără anexe embrionare; 9) corp alungit cu coadă şi patru membre ; 10) p 32; 11) nu se recomandă folosirea caracterelor de dimorfism sexual în cheile taxonomice deoarece este posibil ca taxoni înrudiți să nu prezinte dimorfism sexual; 12) vezi p 35; 13) vezi p 36; 14) vezi p 36.

2.7. Instrucțiuni generale de evaluare

Criterii de evaluare: tutorele va aprecia în lucrarea de verificare a cursanților capacitatea de sinteză a informației, capacitatea de aplicare a cunoştinţelor în contexte noi, coerența şi logica răspunsurilor, corectitudinea cu care au fost însuşite definițiile, folosirea corectă a termenilor noi, argumentarea logică a teoriilor învățate.

Pentru a obține un punctaj favorabil la lucrarea de verificare vă recomand să parcurgeți atent conținutul testelor de autoevaluare şi să verificați corectitudinea cu care ați răspuns la toate sarcinile de lucru.

Exercițiile cuprinse în lucrarea de verificare au punctaj egal (5p).

În cazul în care obțineți la lucrarea de verificare un scor mai mic de 50 de puncte va trebui să revedeți conținutul unității de învățare şi să refaceți lucrarea de verificare.

Rezultatul testului:

Numărul răspunsurilor corecte x 5=_____puncte

Punctajul maxim 100 puncte.

Ponderea lucrării de verificare este de 3,33% din evaluarea finală.

2.8. Lucrare de verificare 2

V.2.1. Construiți o cladogramă, alegând alte specii de animale decât cele indicate în figura 2.3 şi selectând caracterele derivate potrivite. Vă sugerez crapul, ştiuca broasca de lac, şopârla cenuşie, cârtița, şobolan.

V.2.2. Enumerați în ordine ierarhică taxonii începând cu cel mai puțin cuprinzător.

V.2.3. Definiți specia.

V.2.4. Definiți caracterul taxonomic.

V.2.5. Prin ce se deosebesc taxonii monofiletici, polifiletici şi parafiletici? (Explicați în maxim 100 de cuvinte).

V.2.6. Ce criteriu folosiți în selectarea caracterelor taxonomice? Răspundeți în maxim 30 de cuvinte.

V.2.7. Cum selectați caracterele pentru construirea cladogramelor şi ai arborilor filogenetici? (Explicați în maxim 100 de cuvinte).

V.2.8. Având o cladogramă a unui grup de specii ce informație suplimentară este necesară pentru a obține un arbore filogenetic? Răspundeți în maxim 30 de cuvinte.

V.2.9. Alegeți varianta corectă pentru a completa definiția: Studiul ştiințific al diversității organismelor şi al relațiilor lor evolutive se numeşte:

a) sistematică
b) evoluție
c) taxonomie
d) nomenclatură binomială
e) tabel periodic

V.2.10. Alegeți dintre opțiunile a-e varianta corectă. Care dintre următoarele metode de stabilire a relațiilor filogenetice între organisme s-a dezvoltat cel mai recent?

a) morfologie comparată (structură şi formă)
b) fiziologie comparată (funcția structurilor şi sistemelor)

c) compararea secvențelor componente ale proteinelor şi acizilor nucleici
d) compararea tiparelor comportamentale
e) compararea dezvoltării embrionare

V.2.11. Alegeți varianta corectă. Caracterele cele mai folositoare pentru ipoteze filogenetice sunt:
a) unice şi ancestrale
b) comune şi ancestrale
c) biochimice şi convergente
d) comune şi convergente
e) comune şi derivate

V.2.12. Alegeți una dintre variantele a-e de mai jos încât afirmația să fie corectă. Lipitorile, căpuşele țânțarii, chişcarii şi liliecii vampir sug sânge. Acest aspect nu ne determină să le clasificăm împreună pentru că regimul alimentar hematofag:
a) a evoluat independent printre aceste grupuri
b) nu este un aspect conservat
c) este mai curând analog decât omolog
d) toate variantele de mai sus
e) nici una dintre variante

V.2.13. Completați spațiul liber din text cu varianta corectă. În sistematica filogenetică se susține că taxonii sunt înrudiți dacă____
a) evoluează din acelaşi strămoş
b) schimbă gene între ei
c) apar în acelaşi timp
d) au structuri analoage
e) ocupă nişe asemănătoare

V.2.14. Alegeți una dintre variantele a-e de mai jos pentru ca afirmația să fie corectă. Un exemplu de organisme care au suferit evoluție convergentă ar fi:
a) şoarecii şi liliecii
b) păsările şi liliecii
c) şerpii şi broaştele țestoase
d) balenele şi cangurii
e) nici una dintre variantele de mai sus

V.2.15. Completați spațiul liber din text cu varianta corectă Evoluția_____a condus la apariția structurilor_____
a) convergentă.....analoage
b) divergentă.....congruente
c) paralelă.....analoage
d) convergentă.....omoloage
e) divergentă .....analoage

V.2.16. Folosind analiza cladistică, un taxonom doreşte să construiască un arbore filogenetic, arătând relațiile dintre diferite specii de mamifere. Care dintre următoarele vor fi cel mai puțin folositoare pentru acest scop? Alegeți varianta corectă.
a) descrierea diferitelor tipuri de membre
b) faptul că toate mamiferele au păr
c) datele legate de structura craniului
d) faptul că dentiția variază printre tipurile de mamifere
e) secvențele bazelor de ADN

V.2.17. Care dintre aspectele de mai jos ar fi arătate într-un arbore filogenetic al familiilor de păsări construit prin analiză cladistică? Alegeți varianta corectă.
a) caracterele comune ale tuturor familiilor de păsări
b) relațiile evolutive dintre familii
c) familiile care seamănă mai mult
d) structurile analoage comune ale unor specii
e) vârsta relativă a speciilor de păsări

V.2.18. Care dintre următoarele aspecte este cel mai puțin folositor în determinarea relațiilor dintre specii? Alege varianta corectă.
a) secvența de baze ale ADN
b) structuri omoloage
c) fosile
d) secvența de aminoacizi din proteine
e) structuri analoage

V.2.19. Completați spațiul liber din text cu una dintre variante, încât enunțul să fie corect. Specia este singurul grup taxonomic în care toți membrii_____
a) au ecologie asemănătoare
b) au un fond genetic comun
c) au o morfologie asemănătoare
d) au un strămoş comun
e) toate aspectele de mai sus

V.2.20. Alegeți varianta corectă. Dacă speciile A şi B sunt în aceeaşi familie şi specia C este dintr-o altă familie, putem spune că:
a) C este mai strâns înrudită cu A decât este A cu B
b) A şi B au un strămoş comun mai recent decât A şi C
c) A şi C au un strămoş comun mai recent decât A şi B
d) A este mai strâns înrudită cu C decât B cu A
e) nici una dintre variantele de mai sus

2.9.Cuvinte cheie

arbore filogenetic, analogie, areal geografic, caracter plesiomorf, caracter derivat, ceas molecular, cladă, cladism, cladogramă, comunitate reproductivă, conservare evolutivă, cosmopolit, domeniu, durată evolutivă, evoluție convergentă, endemic, f**amilie, filum, gen, monofiletic, nomenclatură binomială, nomenclatura trinomială, omologie, parafiletic, polifiletic, regn, simplesiomorfie, sinapomorfie, sistematică, specie, taxon , taxonomie, taxonomie numerică.**

2.10. Bibliografie

1. Ereshefsky, M., 1992, The units of evolution. Cambridge, Massachustts, MIT Press.

2. Hall, B.K., 1994 Homology: the hierarchical basis of comparative biology, San Diego, Academic Press.

3. Hillis, D.M., Moritz, C., Mable, B.K., 1996, Molecular Systematics, ed2. Sunderland, Massachusetts, Sinauer Associates, Inc.

4. Mayr, E., Ashlock, P.D., 1991, Principles of Systematic Zoology. New York. McGraw-Hill.

5. Wagner, G.P., 2001, The character concept in evolutionary biology. San Diego, Academic Press.

6. Miller, S.A., Harley, J.P., Zoology, Mc Graw-Hill ,2005, 190-206.

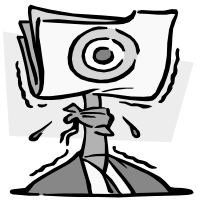
7. www.mhhe.com/zoology Web Links for Classification and Phylogeny of Animals, Classification of Living Things, Methods of Classification, Trees of Life

Unitatea 3
REGNURILE LUMII VII

CUPRINS

Obiective 41
3.1. Sistemul de clasificare cu cinci regnuri 42
3.1.1. Regnul Monera 43
3.1.2. Regnul Protista 45
3.1.3. Regnul Plantae 45
3.1.4. Regnul Fungi 46
3.1.5. Regnul Animalia 47
3.2. Regnul Protista - Subregnul Protozoa 48
3.2.1. Caracterele generale ale protozoarelor 48
3.2.2. Locomoția 49
3.2.3. Sensibilitatea şi excitabilitatea 53
3.2.4. Nutriția 54
3.2.5. Respirația şi excreția 55
3.2.6. Organite de protecție 57
3.2.7. Țestul şi scheletul 57
3.2.8. Reproducerea 58
3.2.9. Filogenie 60
3.2.10. Biologia şi importanța protozoarelor 61
3.2.11. Clasificare 62
3.3. Rezumat 71
3.4. Răspunsuri la testele de autoevaluare 72
3.5. Instrucțiuni generale de evaluare 72
3.6. Lucrare de verificare 3 73
3.7. Cuvinte cheie 75
3.8. Bibliografie 76

Obiective



Obiectiv general

- **Identificarea caracterelor folosite în clasificarea regnurilor**

Obiective specifice:

La sfârşitul unității de învățare cursanții:

1. Selectează caracterele prin care celula procariotă se deosebeşte de celula eucariotă.

3. Descoperă caracterele prin care deosebesc celula eucariotă animală de cea vegetală.

4. Explică dificultățile clasificării reprezentanților regnului Protista.

5. Descriu strategiile nutriționale ale protistelor.

7.Deosebesc structura flagelului procariotelor de cel al eucariotelor.

8. Descriu ciclurile generale de viață şi habitatele protistelor .

9. Argumentează teoria endosimbiozei.

10. Folosesc corect criteriile morfologice în recunoaşterea claselor de protozoare

11. Identifică modalitățile de prevenire a bolilor produse de protozoare.

3.1.Sistemul de clasificare cu cinci regnuri (R.H. Whittaker)

Dintre planetele sistemului nostru solar, investigate în cursul misiunilor spațiale Viking 1975-1976 şi Pathfinder, 1997, doar Pământul oferă condiții optime dezvoltării vieții.

În prezent numărul speciilor de organisme vii este estimat la câteva milioane.

Viața a apărut pe Pământ acum aproximativ 3500 milioane de ani, primele organisme, procariotele, datând de acum 3000-2500 milioane de ani, din Archaean, fiind urmate în Proterozoic (acum 2500-580 milioane de ani în urmă) de protiste (alge, protozoare), animale, fungi şi plante.

Viața îşi are originea într-un amestec complex de substanțe organice care interacționează. Primele sisteme vii, se pare, că au fost alcătuite din acizi nucleici RNA şi lipide.

Sistemul viu minim cunoscut astăzi este celula bacteriană (procariotă), care are dimensiunea unei vezicule lipidice. Sistemele biologice, cum este şi celula bacteriană, se pot conserva în medii aflate în schimbare. Acest lucru necesită energie şi compuşi chimici adecvați. Toate celulele transformă continuu nutrienții în componente proprii, prin metabolism.

Încă de la începuturile procesului de cunoaştere şi până la mijlocul secolului XX, naturaliştii au împărțit lumea vie în două diviziuni: PLANTE şi ANIMALE, clasificare care lua drept repere forma şi structura corpului, metabolismul şi capacitatea de deplasare, dar care era valabilă doar pentru speciile de talie mare.

Progresele înregistrate în anii ‘60, în domeniul biologiei celulare, geneticii, embriologiei, microscopiei electronice şi biochimiei au relevat afinități şi deosebiri la nivel subcelular între organismele vii, permițând definirea a două tipuri structurale de celule: tipul procariot şi tipul eucariot, furnizând taxonomilor instrumente noi de lucru. Începând cu acea perioadă filogeniile au fost elaborate pe baza modelelor dezvoltării larvare sau pe ordinea lineară a aminoacizilor, care alcătuiesc proteinele. Descoperirile importante ale acestei perioade au încurajat divizarea lumii vii într-un sistem cu numeroase regnuri. Unul dintre ele a inclus 13 regnuri.

Printre aceste propuneri, sistemul cu 5 regnuri, conceput de R.H. Whittaker, s-a bucurat de susținere în ultimele decenii. El se apropie de sistemul cu 4 regnuri al lui Herbert F. Copeland (1956).

Virusurile au doar câteva gene şi nu se mențin prin metabolism.

Pentru a se reproduce, un virus trebuie să pătrundă într-o celulă bacteriană, protistă, ciupercă, animal sau plantă. Sunt mai mici şi mai puțin complexe decât orice celulă a unui membru al celor cinci regnuri. De aceea ele sunt omise din sistemul de clasificare cu 5 regnuri.

3.1.1. Regnul Monera

Cuprinde organisme procariote unicelulare izolate sau coloniale, mobile sau imobile, cu un mod de nutriție absorbtiv, care se hrănesc prin fotosinteză sau chemosinteză, se reproduc asexuat, prin diviziune sau înmugurire şi rareori sexuat. Sunt lipsite de sistem nervos şi nu realizează protecția internă a zigotului.

Se cunosc două linii majore ale procariotelor: **Archaebacteria** şi **Eubacteria**. Subunitățile ribozomale ale arhebacteriilor se deosebesc de cele ale bacteriilor şi se aseamănă mult cu cele ale eucariotelor. Arhebacteriile prezintă gene specifice, dar au şi secvențe nucleotidice asemănătoare eubacteriilor.

Celula procariotă este protejată constant de un **perete celular** rigid format din **peptidoglicani** (polimeri ai unor hidrați de carbon modificați, legați încrucişat de polipeptide scurte), **lipopolizaharide**, **lipoproteine** şi **mureină**, componentă absentă din structura peretelui celular al eucariotelor. În cursul diviziunii celulare, peretele celular creşte spre centru, despărțind celula în două.

Ca şi alte celule prevăzute cu perete celular, plasmolizează şi mor în mediu hipertonic.

Procariotele aderă între ele şi la substrat cu ajutorul unor apendici de suprafață denumiți **pili.** Unii sunt specializați să mențină celulele agregate atât timp cât are loc transferul ADN în cursul conjugării.

Membrana plasmatică este lipsită de plasticitate, formând o barieră în calea pătrunderii macromoleculelor.

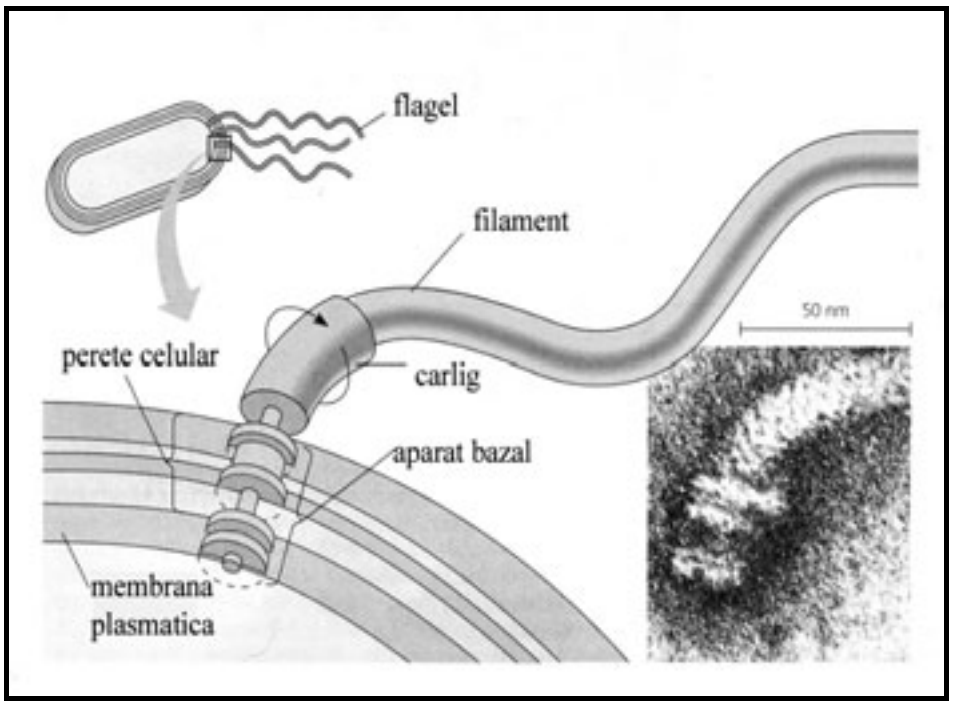
Aproape jumătate dintre speciile de procariote sunt capabile să se deplaseze rapid, unele depăşind 50 μm/sec. În general deplasarea se realizează cu ajutorul flagelilor. Aceştia pot fi răspândiți pe toată suprafața celulei sau concentrați la unul sau ambele capete ale celulei.

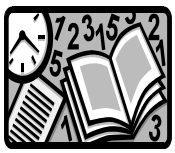
Flagelii procariotelor şi eucariotelor se deosebesc din punct de vedere structural şi funcțional.

Flagelul procariot prezintă 1/10 din diametrul celui eucariotic şi nu este acoperit de prelungirea membranei plasmatice. Lanțurile de **flagelină**, o proteină globulară, sunt strâns grupate într-o spirală pentru a forma un filament semirigid. Filamentul este ataşat de o altă proteină care formează un cârlig, inserat într-un aparat bazal. Acesta este alcătuit din 35 de proteine diferite şi include un sistem de inele în straturile peretelui celular. Acționat de difuzia protonilor în celulă (după ce au fost eliminați de o pompă protonică dependentă de ATP, situată în membrana plasmatică), aparatul bazal roteşte filamentul propulsând celula.

Un alt mecanism locomotor caracterizează spirochetele. Două sau mai multe filamente helicale, situate sub stratul extern al peretelui celular, au o structură asemănătoare flagelului procariot. Fiecare are un motor bazal la un capăt al celulei. Când filamentele se rotesc celula flexibilă se deplasează ca un tirbuşon (Figura. 3.1.).

Figura 3.1. Structura flagelului la procariote (după Campbell-Reece, 2002)





Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 72

TEST DE AUTOEVALUARE

1. Explicați de ce virusurile nu aparțin nici unuia dintre regnuri?

2. Ce compoziție chimică are peretele celular al procariotelor.

3. Ce sunt pilii şi ce rol îndeplinesc?

Citoplasma se află în permanență în stare de gel, în timp ce la eucariote, ea trece frecvent din stare de gel în stare de sol şi invers. Acest aspect explică şi lipsa curenților intracitoplasmatici.

Nucleul este lipsit de formă şi de membrană nucleară. Materialul genetic, o moleculă unică de ADN, nu este complexat cu histone, spre deosebire de eucariote care au o cantitate considerabil mai mare de ADN, complexat cu proteine histonice şi nonhistonice implicate în condensarea cromatinei şi formarea cromozomilor într-un număr constant pentru fiecare specie.

Procese vitale, precum fotosinteza şi respirația se desfăşoară la procariote la suprafața membranei celulare şi nu în structuri specializate de tipul cloroplastelor şi mitocondriilor, ca la eucariote (Figura.3.2.).

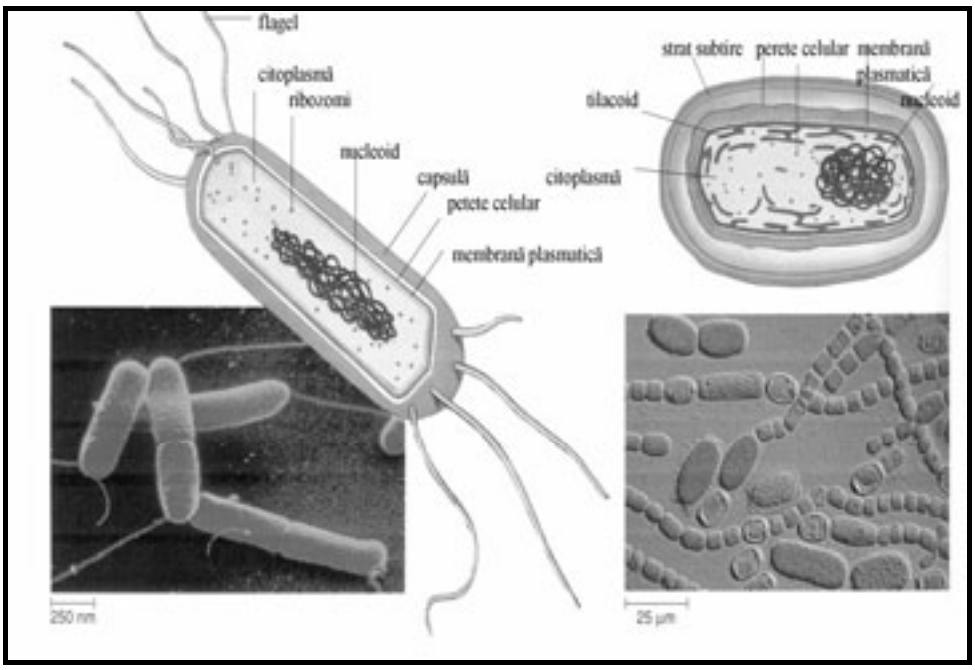


Figura 3.2. Organizarea celulei procariote

3.1.2.Regnul Protista

Cuprinde organisme unicelulare eucariote, izolate sau coloniale, care se hrănesc heterotrof (prin absorbție şi ingestie) sau autotrof, sunt mobile, deplasându-se cu ajutorul cililor, flagelilor şi pseudopodelor sau sunt imobile. Sunt capabile să realizeze conducerea stimulilor în anumite forme, dar nu prezintă o protecție internă a zigotului.

Din acest regn fac parte protofitele şi protozoarele, la care unii autori consideră că ar trebui să adăugăm speciile din Phylum Gymnomycota şi Oomycota. Se estimează că numărul maxim de specii se ridică la 38 000.

3.1.3. Regnul Plantae

Este alcătuit din organisme eucariote multicelulare, care au celulele protejate de un perete celular, citoplasmă cu vacuole, pigmenți asimilatori în plastide, nutriție autotrofă, sunt imobile şi se reproduc sexuat, având cicluri de generații alternative haploide şi diploide.

Aceste organisme sunt lipsite de sistem nervos şi realizează protecția internă a zigotului. În acest regn încadrăm metafitele (Figura. 3.3.).

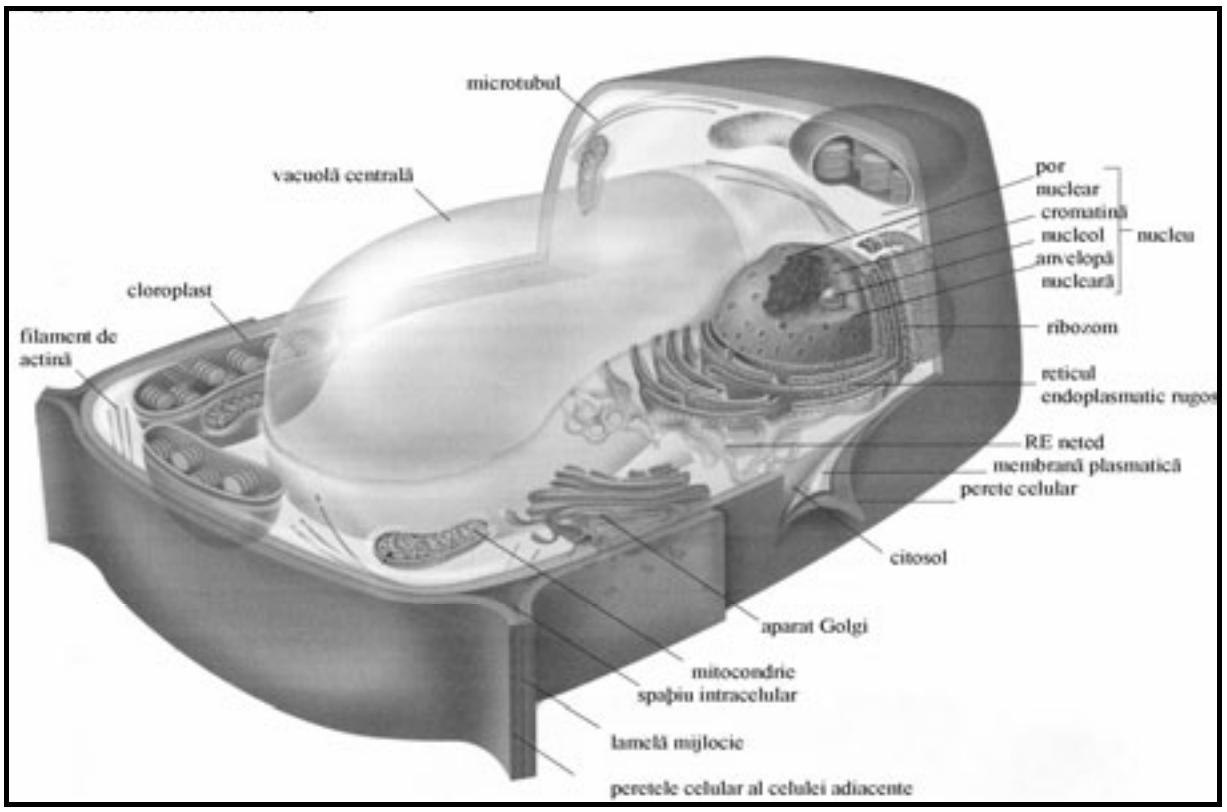


Figura. 3.3. Organizarea celulei vegetale

3.1.4. Regnul Fungi

Cuprinde organisme eucariote pluricelulare, (dar şi unicelulare în opinia unor autori) multinucleate, cu nuclei dispersați într-un sincițiu micelian, acoperit de un perete celular adeseori septat.

Formează spori, sunt alcătuite din celule lipsite de flageli pe tot parcursul vieții, nu au sistem nervos şi nu protejează zigotul în interior.

Întrucât celulele sunt lipsite de plastide şi pigmenți fotosintetici, au un mod de nutriție absorbtiv (sunt în general saprotrofe, absorb nutrienți din materia organică în descompunere).

Asemenea plantelor, sunt organisme imobile, cu cicluri reproductive care includ procese sexuale şi asexuale.

În acest taxon încadrăm ciupercile (Figura.3.4.).

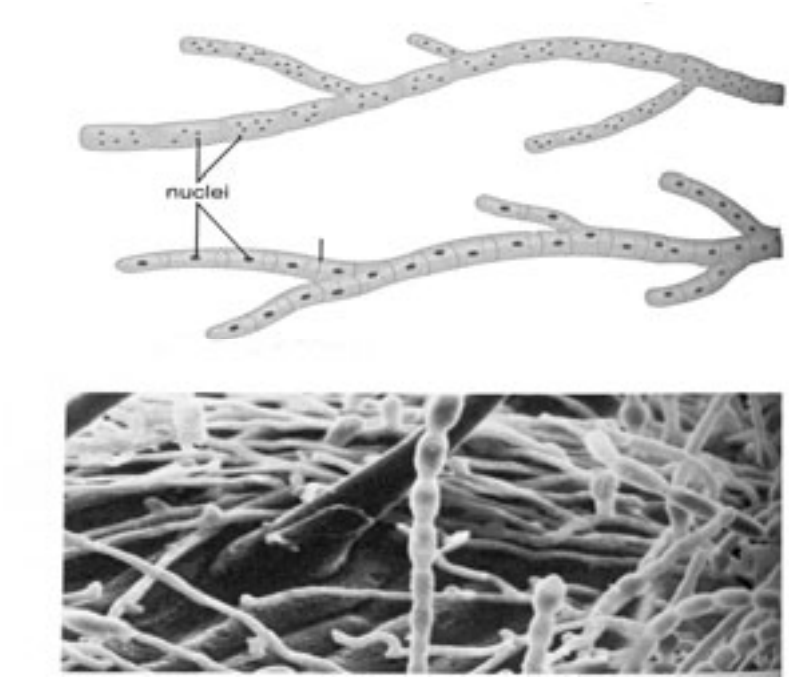


Figura 3.4. Organizarea fungilor

3.1.5. Regnul Animalia

Cuprinde eucariote pluricelulare, lipsite de perete celular, plastide şi pigmenți fotosintetizatori. Nutriția se realizează prin ingestie şi rareori prin absorbție, digestia desfăşurându-se într-o cavitate internă.

Mobilitatea corpului se datorează prezenței unor fibre contractile. Se reproduc în general sexuat, au un sistem nervos şi realizează protecția internă a zigotului (Figura. 3.5.).

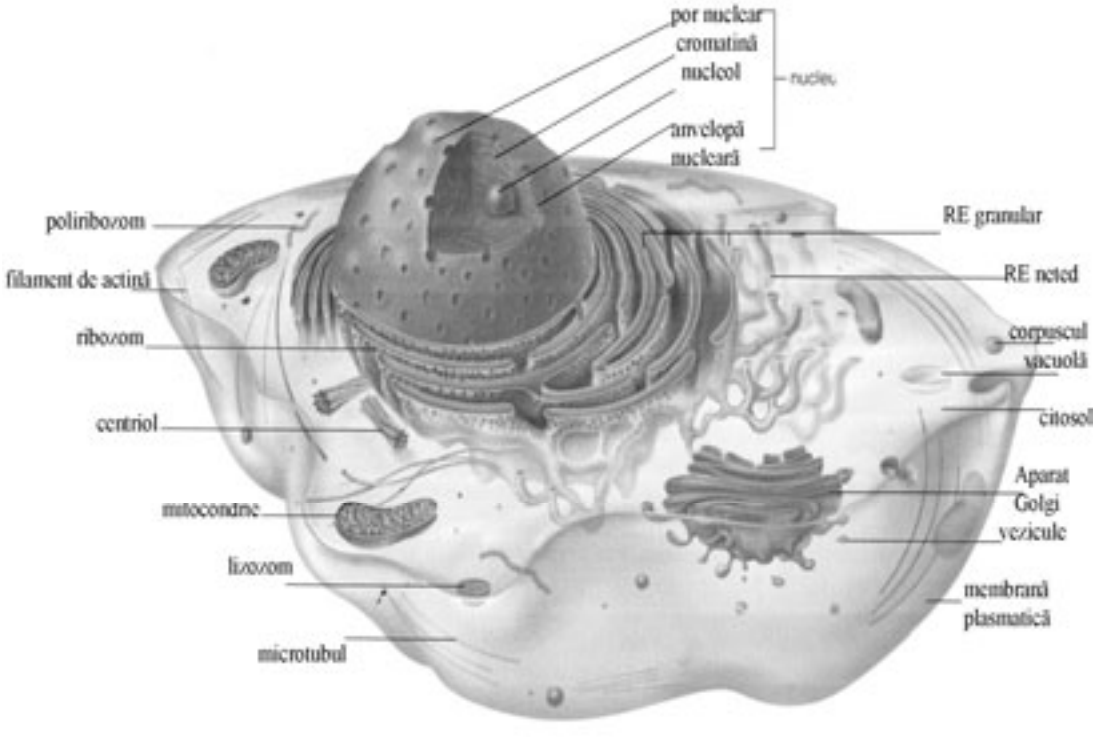
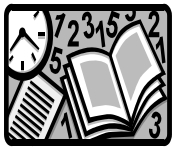


Figura 3.5. Organizarea celulei animale

Transformarea unui zigot într-un animal depinde de expresia controlată, în cursul dezvoltării embrionare, a unor gene reglatoare specifice, denumite *Hox.* Multe dintre aceste gene reglatoare conțin secvențe comune de module ADN, denumite **homeobox**. Doar la organismele din Regnul Animalia, în genele homeotice există secvențe homeobox, care funcționează în cursul dezvoltării organismului şi al formării corpului. Toate animalele, de la cei mai simpli spongieri până la vertebrate, au gene *Hox,* care conțin secvențe ADN înrudite. În general numărul genelor *Hox* se corelează cu complexitatea anatomiei animalelor. De momentul şi locul în care diferitele gene *Hox* sunt exprimate într-un embrion, depinde baza genetică a diversității formelor animale care au evoluat dintr-un strămoş comun.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 72.

TESTE DE AUTOEVALUARE

4. Ce caractere au fost selectate pentru delimitarea celor cinci regnuri ale lumii vii?

5. Enumerați cinci particularități prin care animalele se deosebesc de plante?

6. Amintiți trei caractere prin care fungii se aseamănă cu plantele?

3.2. Regnul Protista-Subregnul Protozoa

3.2.1. Caracterele generale

Regnul Protista reprezintă un grup heterogen care inventariază aproximativ 64 000 de specii, dintre care jumătate sunt fosile, microscopice, eucariote, solitare sau coloniale, având dimensiuni cuprinse între 1-2.5μ la *Theileria parva* şi 6 cm la *Colosoum sp.* sau chiar 12 cm la foraminifere fosile.

Protozoarele sunt organisme complexe în care toate activitățile se desfăşoară în limitele unei singure membrane plasmatice.

Plasmalema

Plasmalema, peliculă elastică, rezistentă, este alcătuită dintr-un bistrat de fosfolipide în care sunt localizate molecule proteice. La exterior uneori este prevăzută cu un **glicocalix**, implicat în schimburile de substanțe cu mediul extern şi în aderarea la substrat. La nivelul membranei plasmatice există formațiuni exo-sau endogene de carbonat de calciu, siliciu sau chitină.

Citoplasma

Citoplasma are o structură coloidală, prezentând o vâscozitate mai mare decât cea a apei.

Sistemele coloidale sunt suspensii permanente sau particule divizate fin, care nu precipită. Coloizii din sistemele vii sunt de obicei proteine, lipide, polizaharide, suspendate într-un fluid apos al celulelor, citoplasma. Asemenea sisteme pot să sufere transformări sol-gel când componentele fluidă sau particulată devin continue. În starea de sol a

citoplasmei, solidele sunt suspendate într-un lichid, în timp ce în starea de gel semisolid, lichidul este suspendat într-un solid.

Citoplasma reprezintă un amestec de lipide, proteine şi glucide, diferențiindu-se într-un strat hialin (**hialoplasmă, ectoplasmă**) şi un strat intern, **granuloplasmă, endoplasmă**.

Stratul extern, mai dens, formează **plasmagelul,** stratul intern, mai fluid, constituie **plasmasolul**.

În endoplasma celulară există unul sau mai mulți **nuclei** (celula este mono- sau polienergidă). Celulele polienergide pot fi, la rândul lor **homocariote**, situație în care nucleii sunt asemănători (*Opalina*) sau **heterocariote,** când se diferențiază **nuclei vegetativi**, de exemplu la foraminifere şi **nuclei germinativi** la ciliate.

Nucleul este delimitat de o membrană porată, conține cariolimfă, unul sau mai mulți nucleoli şi cromatină.

Constituenții plasmatici

Constituenții plasmatici, sunt organite autoreproductibile (mitocondrii, aparatul Golgi, ribozomi, centrozom).

Mitocondriile reprezintă sediul producerii de energie.

La *Trypnosoma gambiense*, mitocondria se transformă într-un **kinetonucleu**, organit situat la baza flagelului, care formează membrana ondulantă, în timp ce la *Erytropsis* se transformă într-un organit fotosensibil, un veritabil "ochi celular".

Aparatul Golgi se transformă în aparat parabazal la flagelate.

Constituenții paraplasmatici nu sunt autoreproductibili. Din această categorie fac parte **învelişurile de protecție** şi **substanțele de rezervă** incluse în **vacuole.**

3.2.2. Locomoția

Locomoția protozoarelor este întreținută de schimbarea formei celulei. Aceasta se datorează flexibilității plasmalemei şi capacității de emitere a **pseudopodelor**.

Pseudopodele reprezintă expansiuni temporare ale citoplasmei, formarea lor fiind condiționată de curgerea de fluid din plasmasol şi de interacțiunea acestuia cu plasmagelul.

Prin acțiunea microfilamentelor, curgerea citoplasmei, produce extensia unui lob în afara suprafeței celulare, deplasarea organitelor în lob şi mişcarea întregii celule.

Unele pseudopode specializate au miez de microtubuli mişcarea fiind executată prin asamblarea şi dezasamblarea microtubulilor.

Extremitatea în curs de extensie a pseudopodului se numeşte **înveliş hialin**. Pe măsură ce endoplasma curge în învelişul hialin țâşneşte în cortex şi se transformă în ectoplasmă rigidă, alungind astfel părțile laterale ale pseudopodului asemenea unui tub. Endoplasma curgătoare conține subunități de actină, ataşate de proteine reglatoare. Acestea leagă actina, împiedicând polimerizarea ei. Prin interacțiunea cu fosfolipidele din membrana celulară, subunitățile de actină sunt eliberate de proteinele reglatoare şi polimerizează sub formă de microfilamente.

Microfilamentele se leagă încrucişat unele de altele prin intermediul unor proteine şi formează un gel semisolid care transformă ectoplasma într-un tub prin care fluidul endoplasmatic curge, pe măsură ce pseudopodul creşte. În zona periferică a gelului, ionii de calciu

activează o proteină care slăbeşte reţeaua de actină, eliberând microfilamentele din gel. În aceste condiţii acesta miozina se asociază şi trage de aceste microfilamente. Contracţia produsă la margine, induce o presiune care forţează fluidul endoplasmatic împreună cu subunităţile disociate de actină înapoi spre învelişul hialin (Figura. 3.6.).

Pseudopodele există sub mai multe forme. Cele mai comune sunt **lobopodele,** prelungiri mari ale corpului celular care conţin endoplasmă şi ectoplasmă.

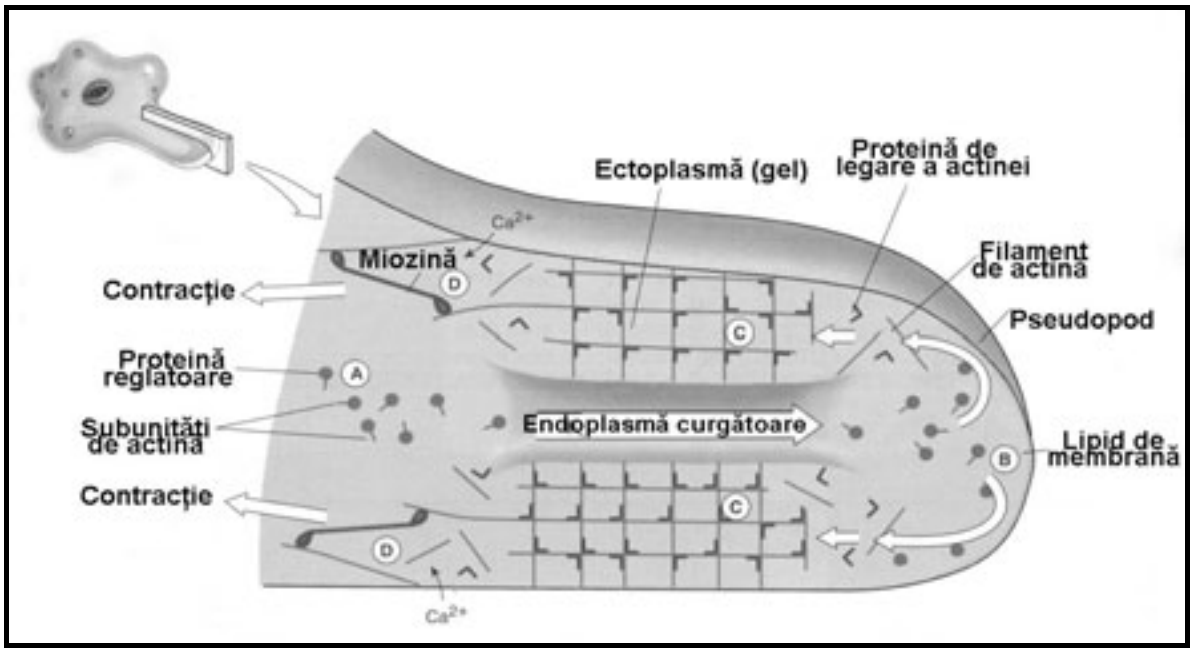


Figura. 3.6. Formarea pseudopodelor (după Hickman şi colab., 2004)

Filopodele Filopodele sunt prelungiri subţiri, de obicei ramificate, care conţin doar ectoplasmă, identificate la *Euglypha.*

Reticulopodele Reticulopodele se deosebesc de filopode prin faptul că se alătură în mod repetat, pentru a forma o plasă.

Axopodele Axopodele sunt pseudopode lungi, subţiri susţinute de o baghetă axială formată din microtubuli. Aceştia sunt dispuşi într-un aranjament spiralat sau geometric, în funcţie de specie şi constituie axonema axopodului. Ele pot fi alungite sau scurtate, prin adăugarea sau îndepărtarea materialului microtubular. Deşi vârfurile pot să adere la substrat, organismul înaintează prin mişcări de rostogolire, scurtând axonemele din faţă şi alungindu-le pe cele din urmă. Citoplasma curge de-a lungul axonemelor spre corp pe o parte şi în direcţia opusă pe cealaltă (Figura 3.7.a, b).

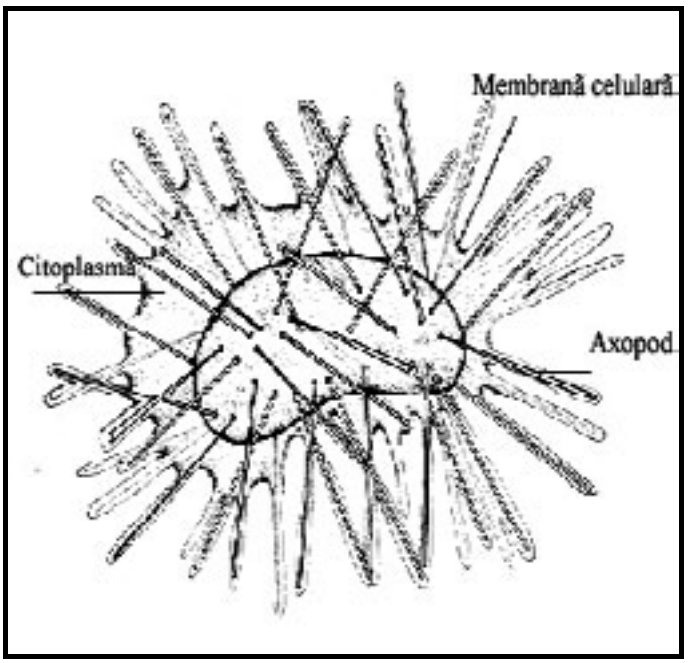


Figura. 3.7. a Structura axopodelor (după Reeves L.M. 1996)

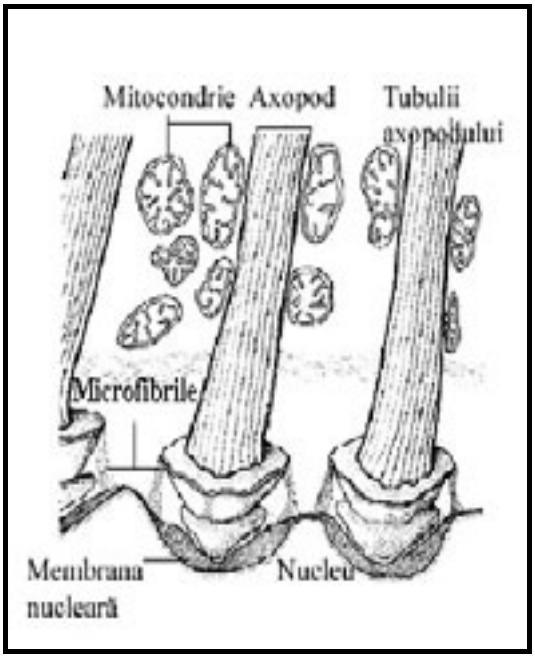


Figura. 3.7. b Structura axopodelor (după Reeves L.M. 1996)

Cilii

Cilii, prin mişcări ca de bici şi **flagelii**, prin mişcări ondulatorii, sunt organitele care asigură locomoția prin propulsie a celulei.

Acestea reprezintă prelungiri protoplasmatice prevăzute cu un **corpuscul bazal** (**granul bazal** sau **kinetosom**), structură asemănătoare centriolilor. Spre deosebire de centrioli care sunt lipsiți de tubuli axiali şi prezintă 9 triplete tubulare periferice, înconjurate de membrana celulară. Cilii şi flagelii conțin 9 perechi de microtubuli contractili, 9 filamente intermediare şi o pereche de microtubuli centrali, înconjurați de o teacă. Acest ansamblu de microtubuli “9+2” formează axonema. Fiecare dublet periferic este prevăzut cu două brațe distanțate, alcătuite dintr-o proteină, **dineină.** Acestea poartă ATP-aza (adenozintrifosfatază), enzimă capabilă să hidrolizeze ATP.

Mişcarea cililor şi flagelilor este explicată prin **ipoteza alunecării microtubulilor.** Când este eliberată energia chimică stocată în molecula de ATP, brațele de dineină se deplasează de-a lungul unuia dintre filamentele perechii adiacente, determinând alunecarea acestuia în raport cu celălalt filament al perechii. Rezistența limitată a cililor şi flagelilor, care determină îndoirea axonemei, când filamentele alunecă unele față de altele, se datorează “spițelor” care leagă fiecare dublet de perechea centrală de fibrile (Figura. 3.8.).

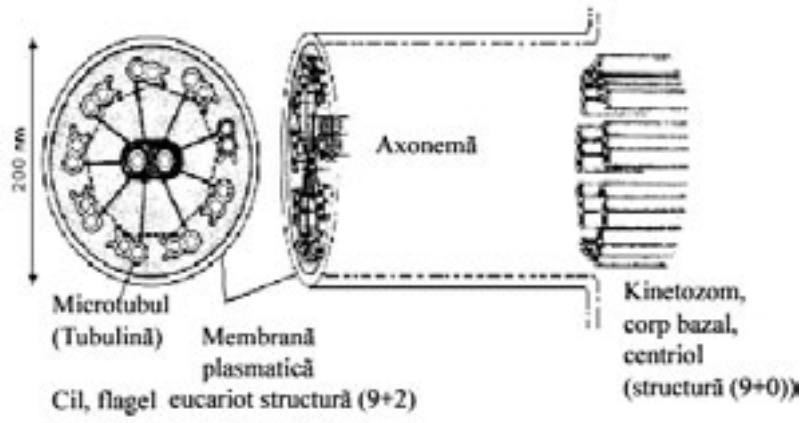


Figura 3.8. Structura flagelului

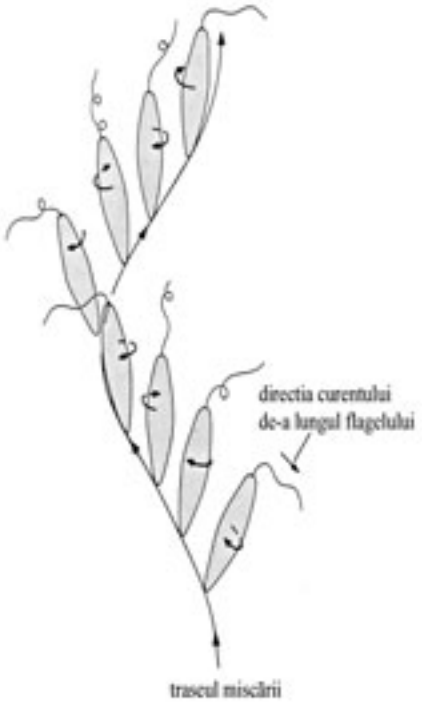


Figura 3.9. Direcția de propulsare a celulei cu ajutorul flagelului

Un flagel se unduieşte, mişcarea sa şerpuitoare conducând celula în aceeaşi direcție cu axa flagelului. (Figura.3.9.).

Cilii

Cilii au o mişcare înainte-înapoi, deplasând celula într-o direcție perpendiculară față de axa cilului. Există o infraciliatură chiar sub pelicula superficială, alcătuită dintr-un sistem de fibre.

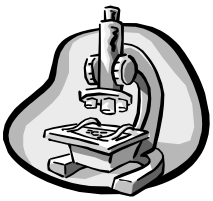
Fiecare cil este prevăzut sub peliculă, cu un kinetozom. De la fiecare kinetosom porneşte o fibră care trece de-a lungul rândului de cili, intrând în contact cu alte fibrile ale acelui rând. Cilii, kinetozomii şi alte fibre ale acelui rând ciliar formează un **kinet**. Toate ciliatele au sisteme de kinete, chiar şi cele lipsite de cili într-un anumit stadiu.

Infraciliatura aparent nu coordonează bătăile ciliare aşa cum s-a crezut inițiat. Coordonarea mişcărilor ciliare pare să se realizeze în valuri de depolarizare a membranei celulare, care se propagă asemănător impulsului nervos.

Flagelii care se alipesc plasmalemei formează **membrane ondulante**, dar şi cilii agregă formând **membrane ondulante**, **membranele** şi **cirri**.

Este posibil ca flagelii şi cilii să fi apărut în urma simbiozei unei bacterii, asemănătoare spirochetelor, cu o celulă gazdă.

Protozoarele cu corp contractil sunt prevăzute cu **mioneme**, fibre citoplasmatice contractile lungi, care scurtează corpul şi **miofrisce**, fibre scurte care se inseră pe spiculii scheletului, măresc volumul celulei, uşurând plutirea.



Pregăteşte o infuzie de fân ținând materialul vegetal la temperatura camerei timp de o săptămână. Apoi cu o pipetă picură pe o lamă de sticlă o picătură de apă pe care o acoperi cu o lamelă evitând formarea bulelor.

Observă la microscop organismele unicelulare care s-au dezvoltat în infuzia de fân.

Observă tipurile de organite cu care se deplasează.

În funcție de organitele de deplasare folosite observă ce grup predomină în infuzia de fân.

3.2.3. Sensibilitate şi excitabilitate

Sensibilitatea protozoarelor la **factori mecanici** este asigurată de cili tactili, flageli şi pseudopode.

Există o sensibilitate generală a citoplasmei la **lumină,** dar se diferențiază şi structuri specializate sensibile la acest excitant, cum este **stigma**, organit care conține granule de pigment roşu, **hematocrom**. (Figura 3.10.)

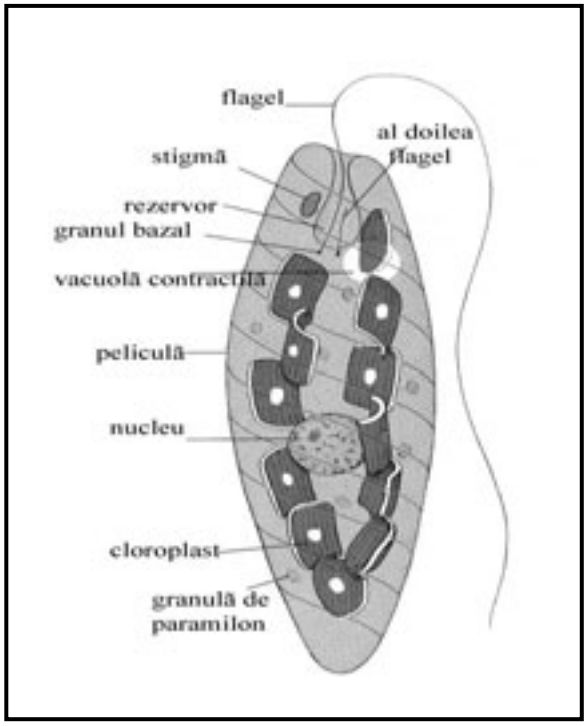


Figura 3.10. Localizarea stigmei la *Euglena viridis*

Celula este sensibilă şi la acțiunea forței gravitaționale prin cristale, descrise la parameci, dar şi la numeroase categorii de substanțe chimice.

Protozoarele reacționează la diferiți stimuli prin toată citoplasma, transmițând difuz excitația prin organite specializate:

rețeaua argentofilă, descrisă în ectoplasma ciliatelor şi flagelatelor

aparatul neuromotor din endoplasma ciliatelor, format dintr-un **motorium** şi **fibre,** orientate spre cirri şi mioneme.

Protozoarele reacționează la acțiunea diferiților stimuli prin **taxii,** mişcări orientate sau, la formele fixate, prin **poziții orientate**.

Deplasarea spre un stimul se numeşte **taxie pozitivă**, îndepărtarea de acesta se numeşte **taxie negativă**. Exemple: **termotaxia**, răspunsul la căldură, **fototaxia**, răspunsul la lumină, **tigmotaxia**, răspunsul la contact, **chemotaxia**, răspunsul la substanțele chimice, **reotaxia**, răspunsul la curenți de aer sau de apă, **galvanotaxia**, răspunsul la curent electric constant, **geotaxia**, răspunsul la gravitație.

Unii stimuli provoacă o schimbare în mişcare: mai rapidă, o întoarcere mai frecventă, o încetinire sau oprire a mişcării. Aceste răspunsuri sunt cunoscute cu denumirea de **kinezii**.

3.2.4.Nutriția

Protozoarele care conțin plastide cu pigmenți asimilatori (clorofilă, xantofilă) au o nutriție autotrofă.

Prin fotosinteză, celulele sintetizează paramilon, uleiuri, volutină.

La *Euglena,* în afara cloroplastului, există un organit care produce paramilon, denumit **pirenoid.**

Protozoarele heterotrofe înglobează moleculele organice mari prin **osmoză**, moleculele lichide prin **pinocitoză** şi particulele organice mari sau organismele microscopice prin **fagocitoză**.

Fagocitoza a fost inițial descrisă la speciile cu mişcări amiboide care formează pseudopode ale căror vârfuri se alipesc, în timp ce membrana plasmatică participă la formarea unei vacuole digestive care cuprinde o picătură de apă şi prada. Lizozomii fuzionează cu vacuola digestivă, îşi elimină enzimele digestive în interiorul ei, inițiind digestia.

Ulterior vacuola digestivă este împinsă în endoplasmă de către curenții citoplasmatici. Citoplasma secretă substanțe acide, care omoară prada, substanțe alcaline şi enzime.

Orice material nedigerat se elimină la exterior prin **exocitoză**, vacuola fuzionând din nou cu membrana plasmatică.

Nutrienții sunt absorbiți în citoplasmă prin pinocitoză.

La ciliate, protozoare evoluate, flagelate şi multe apicomplexe, fagocitoza are loc la nivelul unei structuri bine definite, citostom.

La amibe fagocitoza se desfăşoară în aproape orice punct al membranei, prin înglobarea unei particule cu ajutorul pseudopodelor. Citostomul ciliatelor se continuă cu un citofaringe, la capătul căruia se formează o vacuolă digestivă. Citoproctul reprezintă regiunea celulară prin care se elimină resturile nedigerate (Figura 3.11.).

Există de asemenea un număr însemnat de specii cu un mod de nutriție mixotrof, heterotrof la întuneric şi autotrof la lumină.

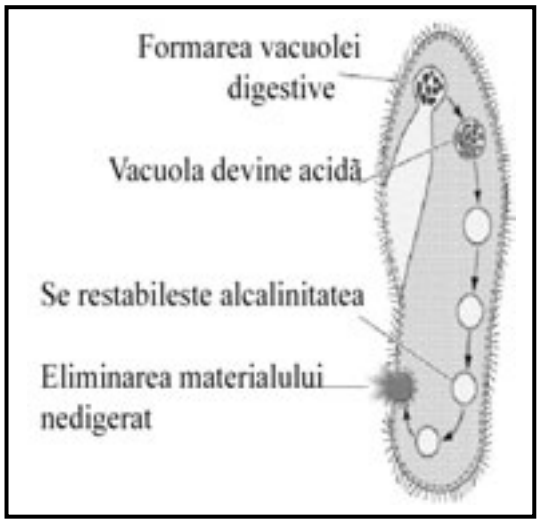


Figura 3.11. Etapele digestiei la *Paramecium caudatum*

Succtorii, protozoare cu cili în stadiile timpurii, dezvoltă în stadiul de adult un **peduncul de fixare**. Sunt lipsiți de citostom, dar se hrănesc cu pradă vie, de obicei ciliate, folosind vârful unor tentacule, lungi, suple, tubulare, paralizante.

Citoplasma prăzii curge prin tentaculele ataşate, formând vacuole digestive. Exemple: *Anarma, Squlorophrya, Podophrya, Dendrosoma, acinetopsis, Ephelot.*

Dinidium are un **proboscis** pentru înglobarea paramecilor cu care se hrăneşte. Mecanism de hrănire este complex, combinând aparent fagocitoza cu o acțiune de alunecare a filamentului microtubulilor din tentacule (Figura 3.12.).

Figura. 3.12. Succtor (*Didinium*) înghițind un parameci (după Miller- Harley, 2005)

3.2.5.Respirația şi excreția

Apa conține oxigen dizolvat care difuzează prin întreaga suprafață a membranelor celulare. În urma derulării proceselor metabolice rezultă CO_2 şi NH_3 care difuzează prin membrana celulară în apă.

Protozoarele sunt hiperosmotice față de mediul lor.

Apa pătrunde prin osmoză în celulă, prin orice punct al suprafeței sale. Excesul de apă trebuie eliminat altfel celula se umflă şi crapă.

La ciliatele dulcicole, dar şi la unele specii marine şi parazite, există **vacuole contractile**, asociate cu un sistem de canalicule la

(Figura 3.13.) care îndeplinesc rol excretor, dar şi osmoreglator. Ele sunt capabile să controleze nivelul lichidelor, menținând constantă presiunea osmotică.

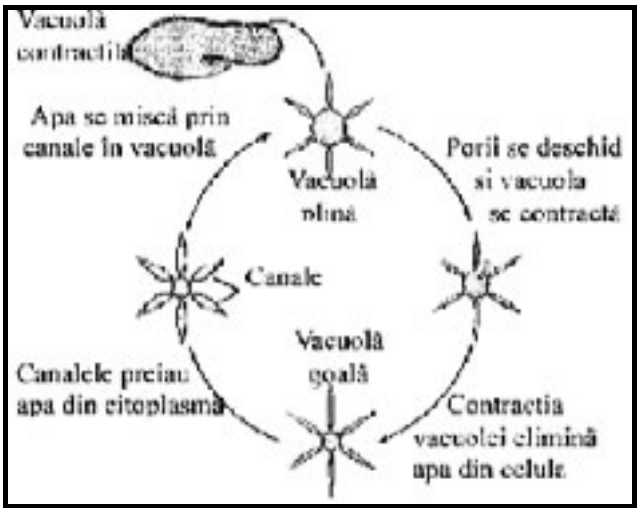
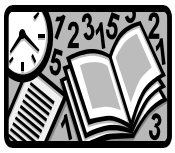

Vacuolă contractilă
Apa se mișcă prin canale în vacuolă
Vacuolă plină
Porii se deschid și vacuola se contractă
Canale
Vacuolă goală
Canalele preiau apa din citoplasmă
Contracția vacuolei elimină apa din celulă

Figura. 3.13. Excreția şi osmoreglarea prin vacuola contractilă

Pompele protonice de pe suprafața vacuolelor şi a tuburilor care radiază din ele, transportă activ H^+ şi cotransportă HCO_3^- , considerate particule osmotic active. Pe măsură ce aceste particule se acumulează într-o vacuolă, apa va fi introdusă în vacuolă şi fluidul din vacuolă va rămâne izoosmotic în raport cu citoplasma.

Pe măsură ce vacuola îşi uneşte membrana sa cu membrana plasmatică şi îşi goleşte conținutul în afară, expulzează apă, H^+, HCO_3^-. Aceşti ioni pot fi înlocuiți rapid prin acțiunea anhidrazei carbonice asupra CO_2 şi H_2O. Anhidraza carbonică a fost identificată în citoplasma amibei.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 72.

TEST DE AUTOEVALUARE

7. Explică de ce un protozoar poate fi foarte complex, chiar dacă este alcătuit dintr-o singură celulă?

8. Explică tranziția endoplasmei şi ectoplasmei în cursul mişcării amiboide

9. Ce deosebiri există între lobopode, filopode, reticulopode, axopode?

10.Ce adaptări structurale prezintă ciliatele pentru a realiza digestia?

11.Ce importanță prezintă vacuolele pulsatile la formele dulcicole?

3.2.6.Organite de protecție

Aceste structuri temporare sau permanente au rol de apărare şi atac. Din această categorie fac parte **chiştii,** organite temporare care asigură protecția împotriva uscăciunii, lipsei de hrană, presiunii osmotice crescute, concentrației scăzute de oxigen, schimbării de pH sau de temperatură. Se cunosc chişti de înmulțire, de nutriție şi de propagare.

Chiştii

Chiştii apar prin eliminarea apei constitutive, prin reducerea vacuolei pulsatile, secretarea în jurul corpului, a unei membrane chistice pluristratificate, resorbția cililor şi flagelilor. Aparatul Golgi secretă materialul peretelui chistic, purtat la suprafață de vezicule. Închistarea nu a fost identificată la *Paramecium* şi este absentă sau rară la formele marine.

Chiştii unor specii edafice şi dulcicole au o rezistență uimitoare. Chiştii unor ciliate din sol, (*Colpoda*) pot să supraviețuiască 12 zile în azot lichid şi 3 ore la 100 °C.

Chiştii de *Colpoda*, din sol uscat, au supraviețuit 38 de ani şi cei ai unui flagelat mic, *Podo*, pot să supraviețuiască până la 49 de ani. Chiştii de *Entamoeba hystolitica* tolerează aciditatea gastrică dar nu şi uscăciunea, temperaturile mai mari de 50°C sau lumina soarelui.

Trichociştii

Trichociştii sunt structuri care măsoară între 2-4μ, derivate din centrozom, descrise la flagelate şi la ciliate. Alungite, piriforme sau fuziforme, ele sunt orientate perpendicular pe suprafața membranei şi se clasifică în:

toxociste, folosite pentru atac şi ancorare, capabile să proiecteze la exterior un filament urticant, terminat în vârf cu țepi ascuțiți;

trichociste mucoase, care elimină la exterior o substanță vâscoasă cu rol în formarea membranei chistului;

capsule polare cu rol de ancorare (Figura 3.14.).

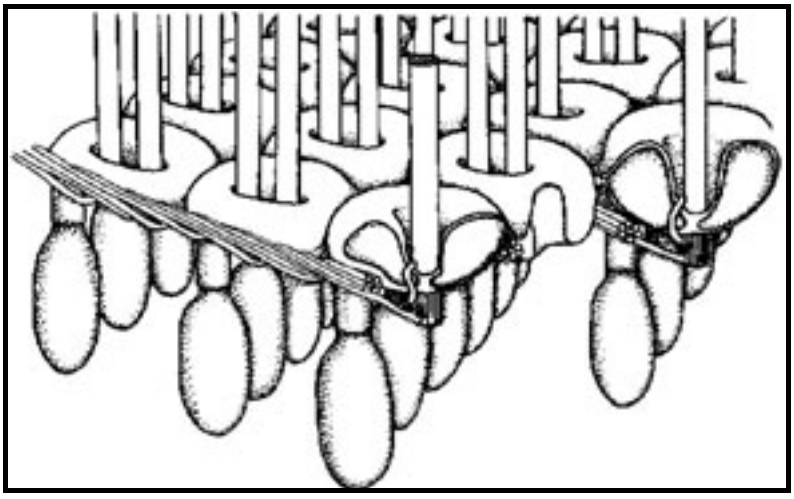


Figura 3.14. Trichocişti (după Livingstone+BIODIDAC, 1994)

3.2.7 Țestul şi scheletul

La numeroase specii de sarcodine s-a descris prezența unui **țest** protector sau a unui schelet intern. Acesta rezultă fie din material străin cimentat de către celulă, fie este secretat de celulă. Suprafața sa este perforată de orificii prin care ies pseudopodele (Figura.3.15.)

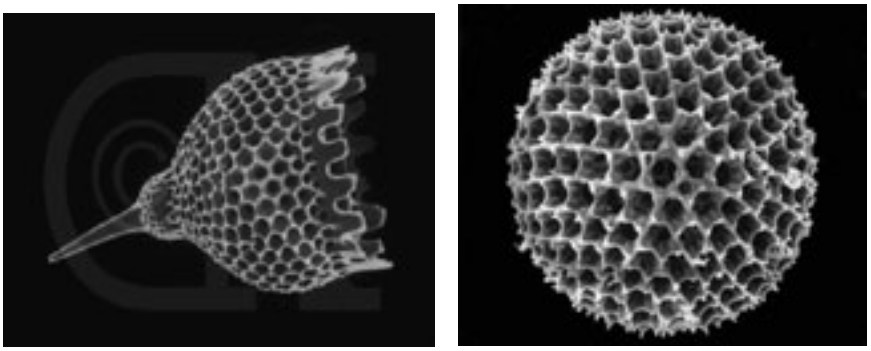
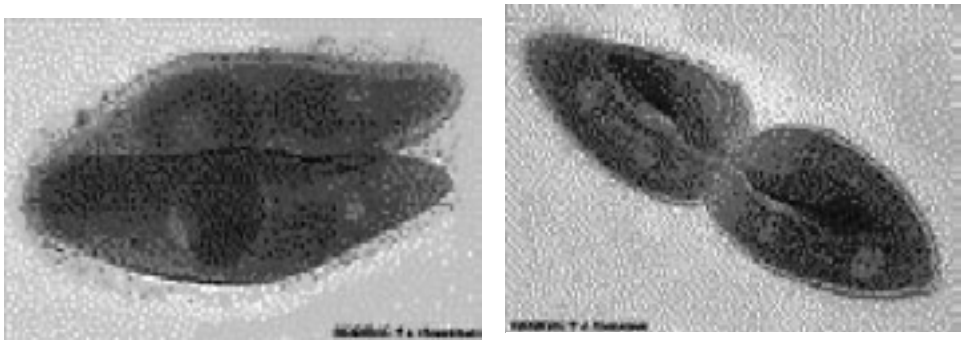


Figura. 3.15. Schelet de radiolari

3.2.8. Reproducere

În general protozoarele se reproduc **asexuat** prin:

- **diviziune binară** longitudinală, la flagelate sau transversală, la ciliate, proces în urma căruia se formează două organisme identice.(Figura.3.16.)



a **b**

Figura. 3.16. Diviziunea binară a) longitudinală, b) transversală

Când celula fiică este mai mică decât celula mamă şi apoi creşte până la dimensiunea adultului, procesul se numeşte **înmugurire**. Înmugurirea a fost descrisă la unele ciliate.

- **diviziunea multiplă** se realizează prin: **schizogonie**, diviziuni nucleare repetate, urmate de plasmotomie simultană şi de formarea schizozoiților, semnalată la foraminiferi, radiolari şi sporozoare.

Dacă diviziunea multiplă este precedată sau asociată cu unirea gameților se numeşte **sporogonie.**

Diviziunile binară şi multiplă se desfăşoară printr-o formă de mitoză deosebită de cea descrisă la metazoare, în care membrana nucleară persistă în cursul mitozei şi fusul microtubular se formează în membrana nucleară.

În cursul diviziunii nucleare a ciliatelor, nu sunt observați centriolii, membrana nucleară persistă în cursul mitozei micronucleare, fusul de diviziune se formează în nucleu.

Macronucleul ciliatelor se alungeşte, se strangulează şi se divide în absența unor fenomene mitotice recunoscute.

Palintomia este un proces care constă în diviziuni repetate sub chist, semnalat la ciliate, în urma căruia se formează indivizi din ce în ce mai mici, denumiți **tomiți.**

Mult mai rar protozoarele se înmulțesc **sexuat** prin: **singamie**

(unirea gameților femel şi mascul pentru a forma un **zigot**) şi **conjugare,** ceea ce demonstrează importanța acestui proces ca modalitate de recombinare genetică.

Nucleii gametici sau pronucleii care fuzionează în cursul fecundației pentru a restabili numărul diploid de cromozomi, se formează în celule gametice speciale.

Când gameții sunt asemănători se numesc **izogameți**, dar majoritatea speciilor prezintă două tipuri diferite de gameți sau **anizogameți.**

La animale, meioza se desfăşoară în cursul sau înaintea formării gameților. Acesta este şi cazul cilioforelor, al unor grupuri de flagelate şi de amibe.

La alte grupuri de flagelate şi apicomplexe, prima diviziune după fecundație, este meiotică (meioză zigotică) şi toți indivizii produşi asexuat în ciclul de dezvoltare până la formarea următorului zigot, sunt haploizi.

Majoritatea protozoarelor care nu se reproduc sexuat sunt probabil haploide, cu toate că demonstrarea ploidiei este dificilă în absența meiozei.

La foraminiferi alternează generațiile haploide şi diploide (**meioză intermediară**), un fenomen larg răspândit la plante.

Singamie

Fecundarea unui gamet individual de un altul se numeşte **singamie**. Anumite fenomene sexuale la protozoare nu implică singamia. De exemplu:

autogamia, este un proces de autofertilizare din care rezultă, prin meioză, nuclei gametici capabili să fuzioneze pentru a forma un zigot în acelaşi organism care i-a generat. Autogamia este asemănătoare conjugării exceptând lipsa unui schimb de material nuclear. După dezintegrarea macronucleilor şi diviziunea meiotică a micronucleilor, doi pronuclei haploizi fuzionează pentru a forma un sincarion care este complet homozigot.

conjugarea, este un proces în cursul căruia se produce un schimb de nuclei gametici între organisme **(conjuganți)** (Figura 3.17.).

În timpul **conjugării** doi indivizi se alipesc prin peristomul lor, generând între ei o punte citoplasmatică. Macronucleii dezagregă şi dispar în masa citoplasmatică, în timp ce micronucleii se divid meiotic, rezultând în fiecare partener câte 4 micronuclei haploizi. Dintre aceştia trei micronuclei dispar în fiecare individ, micronucleul rămas divizându-se încă o dată.

Se formează doi pronuclei haploizi: unul staționar şi unul migrator Acesta din urmă trece prin puntea citoplasmatică la partener şi se contopeşte cu nucleul staționar formând **sincarionul (diploid).** Cei doi indivizi care au realizat schimb de material genetic se despart urmând ca sincarionul să se dividă de trei ori. În fiecare individ se formează câte opt nuclei: patru micronuclei, patru macronuclei. Dintre aceştia trei micronuclei dispar, iar micronucleul rămas se mai divide o dată. Va urma diviziunea întregului animal. Astfel din fiecare partener rezultă doi indivizi care au doi macronuclei şi câte un micronucleu. Micronucleul se divide şi rezultă din fiecare individ alți doi, cu câte un micro- şi macronucleu. La sfârşitul conjugării, din fiecare partener apar câte patru

indivizi tineri cu aparatul nuclear reorganizat. Rezultatul conjugării este asemănător formării zigotului pentru că fiecare exconjugant conține materialul genetic de la doi indivizi.

Reproducea sexuată permite recombinarea genelor, crescând variația genetică în populație şi restabileşte vitalitatea unui stoc.
Schimbările sezoniere sau existența într-un mediu care se deteriorează, vor stimula reproducerea sexuată.

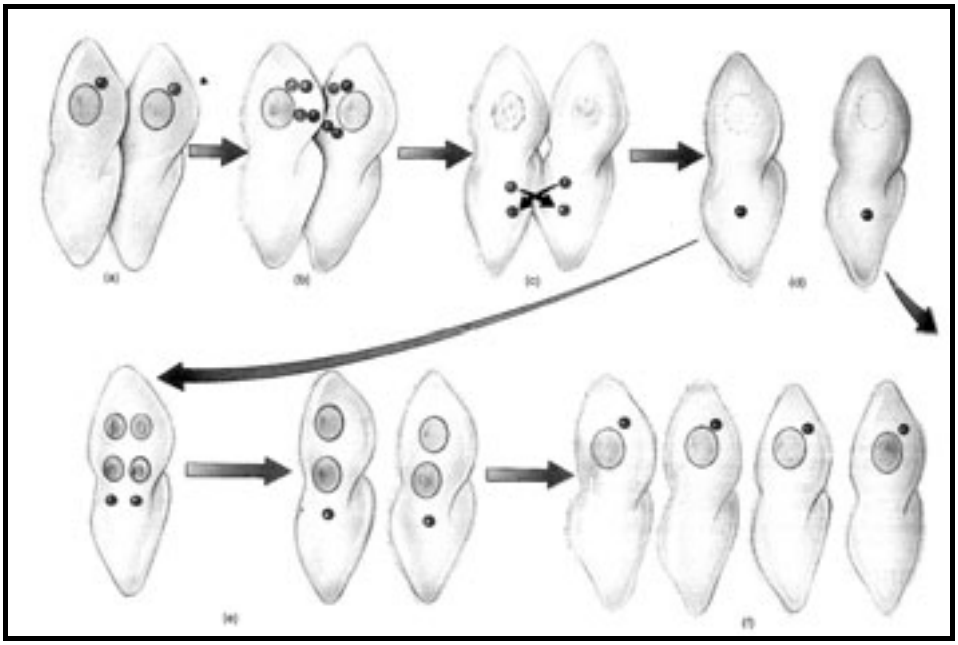


Figura 3.17. Etapele conjugării ciliatelor

3.2.9. Filogenie

Din protozoarele flagelate au evoluat celelalte grupuri de protozoare, metafitele şi metazoarele.

Protozoarele au evoluat din procariote, conform teoriei endosimbiozei, care susține că inițial mitocondriile şi cloroplastele au fost procariote independente. Strămoşii procarioți ai mitocondriei şi ai cloroplastelor au pătruns în celula gazdă, ca pradă nedigerată sau paraziți interni. Această ipoteză mecanism sugerează o evoluție mai timpurie a sistemului de endomembrane şi a unui citoschelet care a făcut posibil ca o celulă mai mare să înglobeze procariote mai mici şi să le împacheteze în vezicule. O gazdă heterotrofă ar fi putut folosi nutrienții eliberați de endosimbionți fotosintetici.

Într-o lume care devenea tot mai aerobă, o celulă care era ea însăşi anaerobă, ar fi avut beneficiul endosimbionților aerobi, care transformau oxigenul într-un avantaj. În cursul creşterii interdependenței, gazda şi endosimbionții au devenit un singur organism cu părți inseparabile.

Conform ipotezei endosimbiozei seriale, mitocondria a evoluat înaintea cloroplastelor.

3.2.10. Biologie şi importanță

Protozorele au o largă răspândire ecologică, fiind identificate în ape dulci, marine, sălcii, soluri umede.

Există specii de protozoare rezistente în ape termale, cum sunt *Amoeba radiosa*, care tolerează temperaturi de 30-51°C, *Paramecium caudatum*, care tolerează 36-40°C sau *Oxytricha* care tolerează 30-56°C.

De asemenea se cunosc protozoare, cum sunt Phytomastiginele, care se înmulțesc în zăpadă, ducând la apariția "zăpezilor cu sânge".

După gradul de poluare a apelor, există:

- **specii** de protozoare **katarobice** care trăiesc în izvoare, pâraie sau lacuri montane în care apa este bogată în O_2, dar săracă în substanțe organice
- **specii oligosaprobe**, care populează apele bogate în minerale, dar în care nu au loc procese de purificare
- **specii mesosaprobe** răspândite în ape în care se desfăşoară procese de oxidare şi descompunere a materiei
- **specii polisaprobe** răspândite în ape în care predomină procesele de reducere şi descompunere a materiei organice, sărace în O_2, bogate în CO_2 şi produşi de descompunere azotați, în care noroiurile de fund conțin substanțe sulfuroase.

Speciile **edafice**, cum este şi *Amoeba proteus*, trăiesc în sol, alte protozoare populează stratul superficial al apei, formând **planctonul**, cele care trăiesc pe plante formează **fitalul**, iar cele răspândite în interstițiile nisipurilor se numesc **psamofile**.

Multe specii de ciliate sunt **comensale**, altele însă pot fi periculoase pentru gazdele lor.

Ciliatul *Balantidium coli* trăieşte în intestinal gros al omului, porcului, şobolanului şi al altor mamifere. Se pare că există o specificitate de gazdă şi că organismul parazit nu este uşor transmis de la o specie la alta. Transmiterea se face prin contaminarea fecalelor, hranei sau apei. De obicei organismele nu sunt patogene, dar uneori la om invadează mucoasa şi provoacă dizenterie asemănătoare celei declanşate de *Entamoeba histolytica.* Boala poate lua forme severe şi poate fi fatală. Infecțiile sunt comune în regiuni ale Europei, Asiei şi Africii, dar sunt rare în Statele Unite.

Anumite specii de ciliate trăiesc într-o relație de **simbioză** în stomacul rumegătoarelor.

Entodinium aparține unui grup cu o structură foarte complexă şi trăieşte în tubul digestiv al rumegătoarelor.

Yctotherus este răspândit în colonul amfibienilor adulți şi al mormolocilor.

Ichthyophthirius este un parazit al peştilor.

Dintre succtori *Ttrichophrya,* parazitează specii de nevertebrate şi de peşti.

Alantosoma trăieşte în intestinul anumitor mamifere şi *Sphaerophrya* a fost descoperită la *Stentor.*

Se cunosc peste 10 000 de specii simbionte, cele mai răspândite fiind zooclorelele şi zooxantelele.

Zooxantelele sunt dinoflagelate răspândite în țesuturile unor specii de nevertebrate (protozoare, anemone de mare, corali pietroşi şi cărnoşi, scoici de râu) cu care stabilesc o relație de mutualism.

Asocierea cu coralii pietroşi are o importanță ecologică şi economică deosebită, întrucât doar coralii cu zooxantele simbionte pot forma recifi coralieri.

Hipermastiginele trăiesc în intestinul termitelor facilitând digestia celulozei şi transformarea ei în glicogen. Se cunosc protozoare care stabilesc relații de ecto- sau endocomensalism cu alte specii, ataşându-se de corpul gazdelor (crustacei) de care sunt purtate.

Foraminiferele şi **radiolarii,** protozoare apărute în Precambrian şi înfloritoare în Cretacic şi Terțiar intră în alcătuirea nămolului situat pe fundul mării (aproximativ 1/3 din fundul mării este acoperit cu nămol, format din cochiliile de *Globigerina*, abundentă în special în Oceanul Atlantic). Radiolarii cu cochiliile lor silicioase mai puțin solubile, sunt de obicei identificați la adâncimi de 4600-6100 în Oceanul Pacific şi Oceanul Indian. Mâlurile cu radiolari acoperă probabil 5-8 milioane de kilometrii, atingând o grosime de 700-1000 m.

De mare importanță şi interes geologic sunt depozitele de calcar şi cretă depuse prin acumularea de foraminiferi în timpurile în care marea acoperea actuale suprafețe de uscat. Mai târziu, printr-o ridicare a fundului oceanului şi prin alte schimbări geologice, această rocă sedimentară a ieşit la suprafață.

Foraminiferele sunt indicatori ai depozitelor petroliere şi ai vitezei curenților marini, de aceea identificarea lor prezintă o mare importanță practică.

Protozoarele libere reprezintă o verigă valoroasă a lanțurilor trofice, sunt indicatori biologici ai purității apelor, speciile edafice influențează procesele de geneză şi evoluție a solului, influențează producția vegetală, contribuie la formarea unor roci sedimentare (creta şi radiolaritul), speciile parazite produc boli grave.

3.2.11. Clasificare Phylum Chlorpphyta

(Gr. c*hloros*- verde, + *phyton*, plantă) cuprinde alge uni- şi pluricelulare, cu pigmenți fotosintetici clorofilă a şi c, care fac rezerve de amidon şi prezintă stadii biflagelate.

Flagelii sunt netezi şi egali ca lungime. Majoritatea speciilor sunt libere şi fotoautotrofe. Exemple: *Chlamydomonas, Volvox.*

Phylum Retortamonada

(L.. *retorqueo*, care se răsucesc înapoi,+*monas,* unitate).

Sunt lipsite de mitocondrii şi corpi Golgi. Trei flageli anteriori şi unul recurent stau într-o depresiune. Filumul este reprezentat de un număr mic de specii care au derivat de timpuriu dintr-un eucariot ancestral, înainte ca mitocondriile şi plastidele să fi fost achiziționate prin sinbiogeneză.

Cu toate acestea au fost descrise enzime mitocondriale tipice, fapt care sugerează că aceste forme ar fi putut achiziționa simbionții, pe care ulterior i-au pierdut. Sunt fie forme părăsite, în general în intestin sau libere, răspândite în medii anoxice.

Clasa Diplomonadea

(Gr.*diploos*, dublu+L. *monas*, unitate). Au unul sau doi kariomastigonți (grup de kinetosomi cu un nucleu); mastigonți individuali cu 1-4 flageli. Fusul mitotic se formează în nucleu. Sunt prezenți chiştii. Sunt forme libere sau parazite.

Ordinul Diplomonadida

Doi kariomastigonți fiecare cu 4 flageli, unul recurent, cu o varietate de benzi microtubulare. Exemplu: *Giardia.*

Giardia este un parazit intestinal al omului şi animalelor care provoacă **giardioza** sau **lambliaza**. Uneori boala este asimptomatică dar provoacă discomfort sau diaree. Chiştii ajung în apă, materii fecale şi prin ingestie, ei infestează noi gazde (Figura.3.18.).

Figura. 3.18. *Giardia intestinalis*

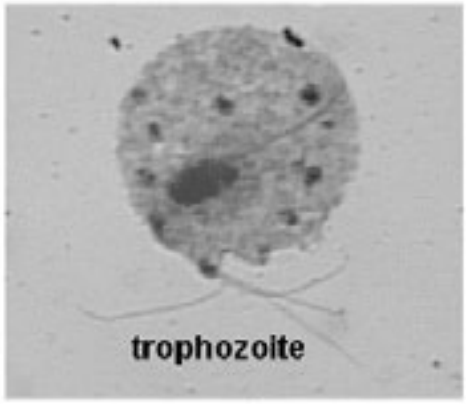


Figura.3.19. *Trichomonas vaginalis* (după Pappas P.W., War, S.M)

Phylum Axostylata

(Gr.*axon,* axă+ *stylos***,** stil). Reprezentanții acestui filum prezintă o tijă rigidă formată din microtubuli, **axostil,** care se întinde de-a lungul axei longitudinale a corpului lor.

Speciile din **Clasa Parabasalea** (Gr. *para,* lângă+*basis,* bază) prezintă un corp parabazal, provenit dintr-un aparat Golgi conectat printr-o fibră, cu unul dintre kinetosomi. Au până la 1000 de flageli. Cu toate că mitocondriile lipsesc, membrii ordinului Trichomonadida prezintă **hidrogenosomi**, organite analoage mitocondriilor, dar care produc hidrogen molecular atunci când oxigenul lipseşte. Unele trichomonade au importanță medicală sau veterinară.

Ordinul Trichomonadida (Gr. *trichos*, păr+*monas*, unitate). Cel puțin unii kinetosomi sunt asociați cu filamente radiculare caracteristice trichomonadelor; corp parabazal prezent; fus de diviziune extranuclear; hidrogenozomi prezenți. Nu se reproduc sexuat, uneori formează chişti adevărați şi sunt specii parazite. Exemplu: *Trichomonas, Dientamoeba.*

Trichomonas vaginalis infestează tractul urogenital al omului şi este transmisă sexual. Nu produce simptome la bărbați, dar este cauza cea mai frecventă a vaginitelor la femeie (Figura.3.19.).

Pentatrichomonas hominis trăieşte în cecum şi colonul omului.

Trichomonas tenax trăieşte în cavitatea bucală, neprovocând aparent, nici o boală.

Phylum Euglenozoa

(Gr. *eu*-, adevărat+*glene*, cavitate, +*zoon,* animal). Celula este echipată cu microtubuli corticali; flageli cu tijă paraxială (structură asemănătoare unei tije care însoțeşte axonema în flagel); mitocondria cu creste discoide; nuclei persistenți în cursul mitozei.

Subphylum Euglenida.

Cuprinde reprezentanți prevăzuți cu microtubuli care întăresc pelicula superficială.

Clasa Euglenoidea (Gr. *eu*, adevărat,+*glene*, cavitate, +*oideos,* formă de). Doi flageli heteroconți (cu structuri diferite care provin din rezervorul apical); unele specii cu cloroplaste şi stigmă sensibilă la lumină.

Membrii acestui filum au o serie de microtubuli longitudinali chiar sub membrana celulară care întăresc membrana şi formează o peliculă flexibilă, permițând îndoirea.

Euglena viridis este un flagelat dulcicol frecvent în bazinele cu multă vegetație. Conține cloroplaste cu clorofile şi o stigmă fotosensibilă, cu aspect de cupă pigmentară, puțin adâncă, care permite luminii dintr-o direcție, să atingă un fotoreceptor. Stigma are un rol important în orientarea spre lumină.

Un flagel se extinde dintr-un rezervor spre capătul anterior şi un altul, scurt se termină în rezervor. Există la baza fiecărui flagel câte un kinetosom.

O vacuolă contractilă se goleşte în rezervor. Granulele de paramilon, de diferite forme, sunt mase de acumulare asemănătoare amidonului. Se reproduce prin diviziune binară longitudinală şi închistează pentru a supraviețui condițiilor ostile din mediu.

Subphylum Kinetoplasta (Gr. *kinetos,* a se mişca+ *plastos,* format). Acest taxon cuprinde specii parazite la plante şi animale. Ele prezintă un organit cunoscut cu denumirea de **kinetoplast**, care este parte a condriomului, compus dintr-un disc mare de ADN.

Clasa Trypanosomatidea (gr. t*rypanon,*burghiu + *soma,* corp). Unul sau doi flageli sunt situați într-un buzunar. Flagelii tipici au o tijă axială, situată paralel cu axonema. Există o singură mitocondrie (nefuncțională la unele specii) care prelungeşte corpul ca un tub. Corpusculii Golgi sunt situați în regiunea buzunarului flagelar, neconectați cu kinetozomii şi flagelii.

Exemple: *Leishmania, Trypanosoma*.

Unele specii sunt nepatogene, alte specii cum sunt cele ale genului *Trypanosoma* provoacă boli grave la om şi animale (peşti, amfibieni, reptile, păsări şi mamifere). (Figura.3.20.)

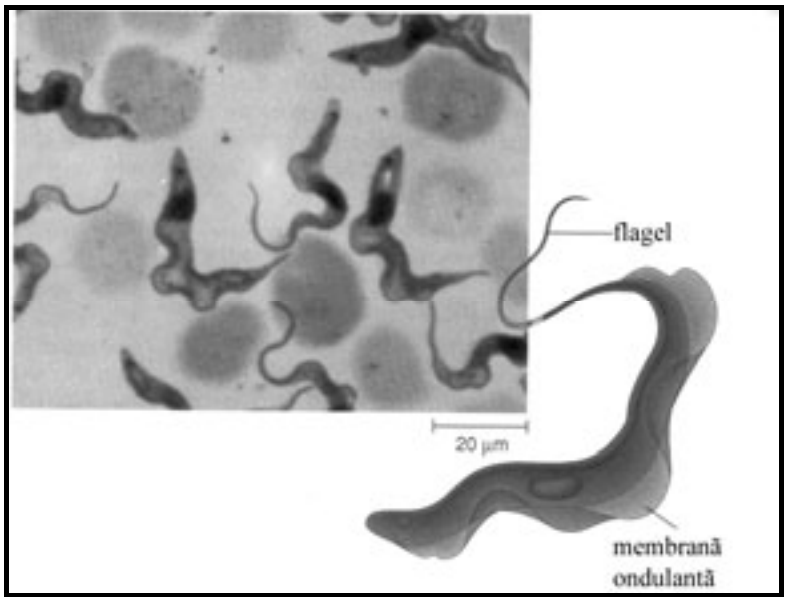


Fig. 3.20. *Trypanosoma brucei gambiense*

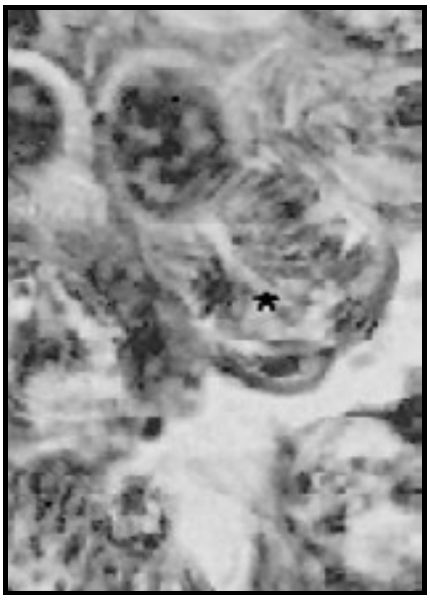


Figura.3.21. *Eimeria sp*

Trypanosoma brucei gambiense şi *T. brucei rhodesiense* provoacă la om boala africană a somnului.

Trypanosoma brucei brucei produce o boală asemănătoare la animalele domestice, rezervoarele naturale fiind antilopele şi alte mamifere sălbatice.

Tripanosomele sunt transmise de muştele tse-tse (*Glossina* spp.) Anual sunt diagnosticate 10 000 de cazuri de boală a somnului dintre care jumătate au o evoluție fatală şi multe conduc la leziuni cerebrale permanente.

Trypanosoma cruzi provoacă în America Centrală şi de Sud boala lui Chagas, transmisă de "gândacii pupăcioşi" (Triatominae), nume care vine de la obiceiul lor de a muşca gazda pe față. Boala lui Chagas, în forma ei acută, este comună la copiii mai mici de cinci ani, în timp ce boala cronică este observată frecvent la adulți. Simptomele sunt un rezultat al disfuncției nervoase centrale şi periferice. Două trei milioane de persoane din America Centrală şi de Sud prezintă forma cronică a bolii şi 45 000 mor anual.

Numeroase specii de *Leishmania* provoacă boli la om. Infestarea cu anumite specii afectează ficatul şi splina, altele determină ulcere ale pielii sau leziuni la nivelul mucoaselor nasului şi gâtului, care desfigurează. Leishmaniile viscerale şi cutanate sunt comune în regiuni ale Africii şi Asiei, iar forma muco-cutanată este semnalată în America Centrală şi de Sud.

Supraphylum Alveolata Phylum Apicomplexa

Pe baza dovezilor morfologice şi moleculare, filumurile Apicomplexa, Ciliophora, Dinoflagellata sunt adeseori grupate în Suprafilumul Alveolata. Aleveolatele prezintă cavităţi situate sub membrana celulară, legate de aceasta, care ajută la stabilizarea suprafeţei celulare, reglează nivelul apei celulare şi al ionilor, produc pelicule sau plăci tecale (la dinoflagelate).

(gr.*apex*, vârf+*complex*, de jur împrejur). Sunt prevăzute în anumite stadii (merozoiţi, sporozoiţi) cu un set de organite caracteristice (**complex apical**) la capătul anterior; cilii şi flagelii de obicei lipsesc; toate speciile sunt parazite. Anumite structuri ajută la penetrarea celulelor gazdei sau a ţesuturilor.

Organitele locomotorii sunt mai puţin evidente la acest grup decât la alte protozoare. Pseudopodele apar în anumite stadii intracelulare şi gameţii anumitor specii sunt flagelaţi. Fibrile contractile mici pot să formeze valuri de contracţie de-a lungul suprafeţelor corpului pentru a propulsa organismul printr-un mediu lichid.

Ciclul de viaţă include de obicei atât reproducere sexuată cât şi asexuată şi uneori o gazdă intermediară nevertebrată.

Într-un anumit moment al ciclului, organismele formează un spor (oochist) infecţios pentru următoarea gazdă şi este adeseori protejat de un strat rezistent. Toate speciile sunt endoparazite şi gazdele lor sunt animale din multe filumuri.

Clasa Gregarinea (L. *gregarius*, care aparţine unui grup).

Gamonţii maturi (indivizi care produc gameţi) mari, extracelulari; gameţii sunt de obicei asemănători ca formă şi dimensiune; zigoţii formează oochişti în gametochişti; sunt paraziţi ai tractului digestiv sau ai cavităţii corpului nevertebratelor; ciclul de viaţă de obicei cu o singură gazdă. Exemple: *Monocystis, Gregarina.*

Clasa Coccidea (Gr.*kokkos,* sământă, grăunte).

Gamonţii maturi mici, tipic intracelulari, ciclul de viaţă tipic cu schizogonie, gametogonie şi sporogonie; majoritatea speciilor trăiesc în corpul vertebratelor. Exemple: *Cryptosporidium, Cyclospora, Eimeria* (Figura.3.21.)*, Toxoplasma, Plasmodium, Babesia.*

Coccidiile sunt paraziţi intracelulari ai vertebratelor şi nevertebratelor.

Clasa cuprinde specii de mare importanţă medicală şi veterinară.

Eimeria tenella este fatală păsărilor de curte, producând o patologie severă la nivelul intestinului. Organismele suferă schizogonie la nivelul celulelor intestinale, producând în final gameţi. După fecundaţie, zigotul formează un oochist care părăseşte gazda în fecale. Sporogonia are loc în oochist, în afara gazdei. În fiecare oochist se formează 8 sporozoiţi.

Infestarea se produce când o gazdă ingeră accidental un oochist sporulat şi sporozoiţii sunt eliberaţi de enzime digestive.

Toxoplasma gondii este un parazit al păsărilor, rozătoarelor, vitelor, oilor, omului. Sporozoiţii ingeraţi de gazde trec din intestin şi se reproduc rapid asexuat într-o varietate de ţesuturi. Pe măsură ce se dezvoltă răspunsul imun, reproducerea zoiţilor încetineşte şi se formează chişti tisulari. În fiecare chist se acumulează bradizoiţi infecţioşi pentru alte gaze, inclusiv pisicile care au consumat pradă infestată, pot iniţia ciclul intestinal. Bradizoiţii rămân viabili şi infecţioşi timp de luni sau ani. Se estimează că o treime din populaţia umană poartă chişti care conţin bradizoiţi. Calea normală de infestare este consumul de carne contaminată şi insuficient pregătită. La om nu sunt sesizate simptome cu excepţia pacienţilor care suferă de SIDA, a femeilor aflate în primul trimestru de sarcină. Parazitul creşte riscul naşterii copiilor cu malformaţii, 2% dintre copii cu retard mintal provin de la mame bolnave de toxoplasmoză.

Cryptosporidium parvum identificat pentru prima oară în 1976 este recunoscut astăzi ca o cauză majoră a bolii diareice în întreaga lume, în special la copiii din ţările tropicale.

A devenit mai bine cunoscut odată cu apariţia bolii SIDA întrucât provoacă diaree cronică pacienţilor suferind de SIDA şi este singurul protozoar, care rezistă la clorinare şi este extrem de virulent la pacienţii imunosupresivi.

Cyclospora cayetanensis provoacă boala diareică, nefiind cunoscute gazda şi nici modul de transmitere.

Cel mai cunoscut exemplu este *Plasmodium* spp. care provoacă una dintre cele mai periculoase, mai greu de controlat şi mai răspândite boli infecţioase ale omului: malaria. Se cunosc patru specii parazite la om: *Plasmodium falciparum, P. vivax, P. malariae, P. ovale*. Cu toate că fiecare specie produce tabloul său clinic specific, toate speciile au cicluri asemănătoare de dezvoltare în gazdele lor.

Parazitul este purtat de țânțari din genul *Anopheles* care introduc sporozoiții în corpul omului odată cu saliva. Sporozoiții penetrează hepatocitele şi inițiază schizogonia. Cicluri schizogonice multiple au loc la nivelul hepatocitelor. *Plasmodium falciparum* penetrează hematiile după un singur ciclu în hepatocite.

Perioada în care parazitul se găseşte în ficat se numeşte perioadă de incubație şi durează 6-15 zile, în funcție de specia de *Plasmodium*.

Merozoiții eliberați din schizogonia care are loc în ficat, pătrund în celulele sanguine, unde încep o serie de cicluri schizogonice. Când intră în hematii, devin trofozoiți amiboizi şi se hrănesc cu hemoglobină, producând în urma digestiei, un pigment insolubil: hemozoină. Aceasta se acumulează în celula gazdă şi este eliberată când se formează o nouă generație de merozoiți şi eventual se acumulează în ficat, splină sau alte organe.

Un trofozoit dintr-o hematie creşte şi suferă schizogonia producând 6-36 de merozoiți care infectează noi hematii. Când o hematie, care conține merozoiți, explodează, ea eliberează şi produşii de metabolism ai parazitului care, odată intrați în circulația sanguină a bolnavului, provoacă accesul febril şi frisoane, caracteristice malariei (Figura. 3.22.)

Episoadele de friguri şi febră au o periodicitate caracteristică, în funcție de specie: la *Plasmodium vivax* şi *P. ovale* 48 de ore, la *P. malariae* la 72 de ore şi la *P. falciparum* aproximativ 48 de ore, cu toate că sincronia este mai puțin definită la această specie. În general bolnavii îşi revin după infecțiile cu primele trei specii. Netratarea formei de malarie indusă de *P. falciparum* provoacă o mortalitate ridicată.

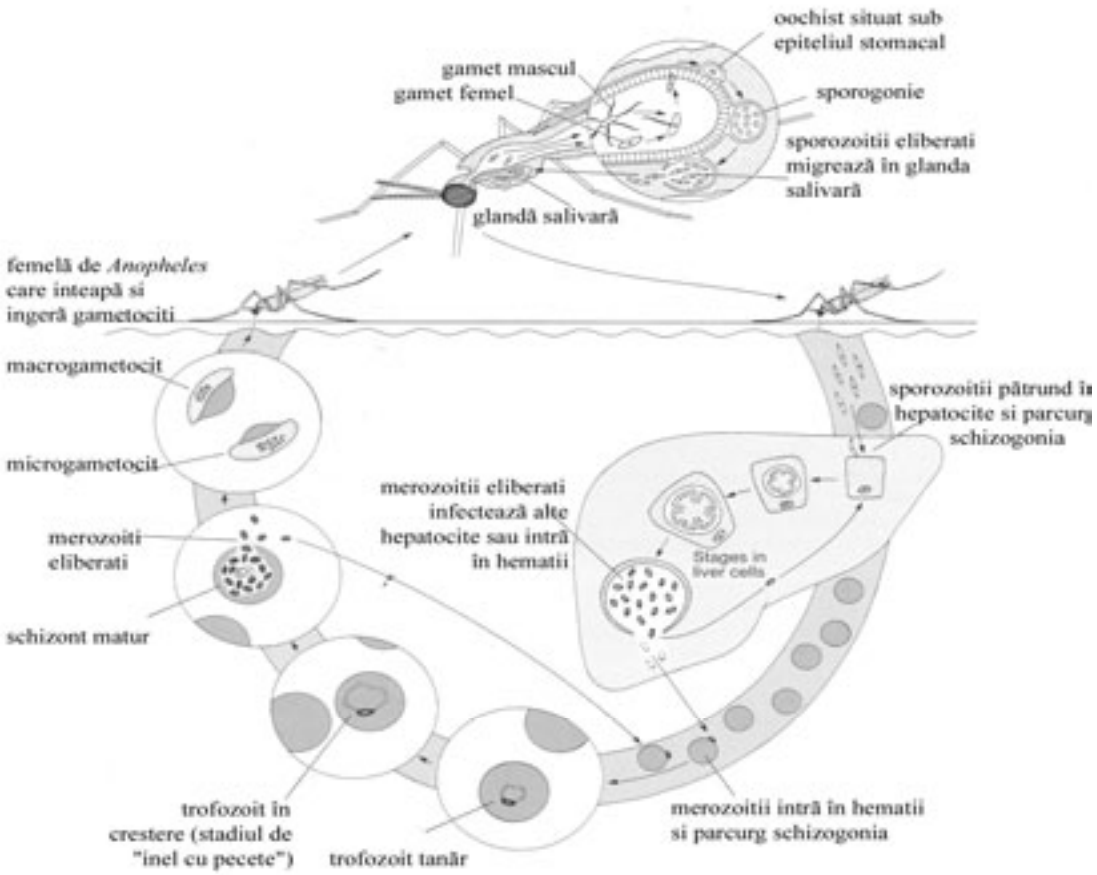

oochist situat sub epiteliul stomacal
gamet mascul
gamet femel
sporogonie
sporozoitii eliberati migrează în glanda salivară
glandă salivară
femelă de Anopheles care înteapă si ingeră gametociti
macrogametocit
microgametocit
merozoiti eliberati
schizont matur
merozoitii eliberati infectează alte hepatocite sau intră în hematii
Stages in liver cells
sporozoitii pătrund în hepatocite si parcurg schizogonia
trofozoit în crestere (stadiul de "inel cu pecete")
trofozoit tanăr
merozoitii intră în hematii si parcurg schizogonia

Figura. 3.22 Ciclul de dezvoltare la *Plasmodium malariae*

Uneori pot să apară complicații severe, cum este malaria cerebrală. Din păcate *P. falciparum* este cea mai comună specie, provocând peste 50% dintre cazurile de malarie.

Anumite gene, de exemplu cea pentru anemie falciformă, conferă o anumită rezistență la malarie persoanelor care o poartă.

După mai multe cicluri schizogonice în hematii, infestarea unor noi celule cu merozoiți, determină producerea de macro şi microgametociți. Ulterior gameții sunt ingerați de un țânțar care se hrăneşte cu sânge bolnav, transformându-se în gameți maturi, proces urmat de fecundație. Zigotul devine un ookinet mobil, penetrează peretele stomacului transformându-se în oochist. La nivelul oochistului va avea loc sporogonia prin care se produc mii de sporozoiți. Oochistul crapă şi sporozoiții migrează în glandele salivare, de unde sunt introduşi în corpul gazdei prin înțepătura unui țânțar.

Dezvoltarea în corpul țânțarului durează 7-18 zile, dar se poate prelungi dacă vremea este nefavorabilă. Eliminarea țânțarilor şi a locurilor lor de reproducere cu ajutorul insecticidelor, drenajelor, asanărilor şi a altor metode, au fost eficiente în controlarea malariei în anumite zone.

Alte specii de *Plasmodium* parazitează păsările, reptilele şi mamiferele. Cele care parazitează păsările sunt transmise de țânțarii din genul *Culex.*

Phylum Ciliophora

(L. *cilium*, geană, +gr. *phora*, care poartă).

Reprezintă un grup cu mare varietate de forme în toate habitatele dulcicole şi marine.

Sunt cele mai complexe şi specializate protozoare. Majoritatea sunt specii libere, unele sunt comensale sau parazite (de exemplu *Balantidium coli*, ciliat parazit care trăieşte în intestinal gros la om, porc şi alte mamifere şi uneori produce enzime proteolitice care digeră epiteliul gazdei, provocând ulcere.

Parazitul este transmis de la o gazdă la alta, prin chişti, care se formează pe măsură ce materiile fecale încep să se deshidrateze în intestinal gros. Cea mai comună cale de transmitere este contaminarea cu fecale a apei şi a alimentelor. De obicei sunt solitare şi mobile, puține sunt sesile sau coloniale. În general celula este echipată cu vacuolă contractilă. Există o mare diversitate de forme şi dimensiuni 10-12μm până la 3mm (Figura 3.23.).

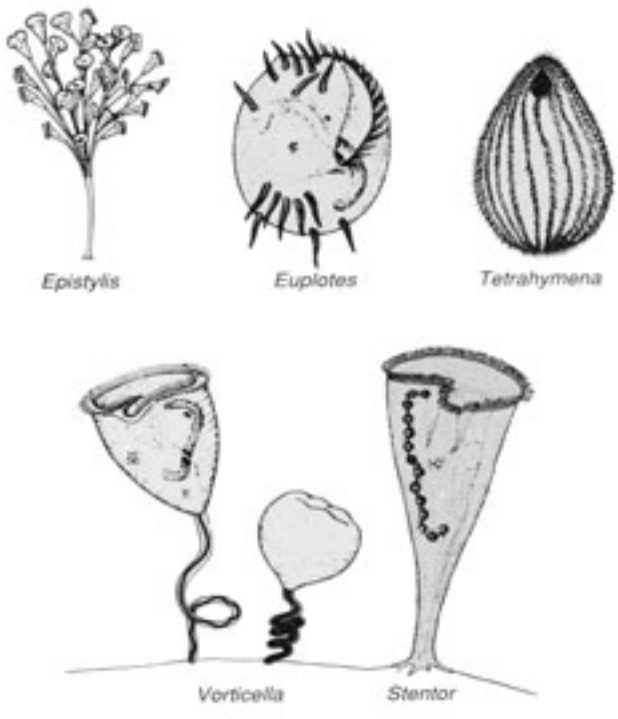


Figura. 3.23. Genuri ale filumului Ciliophora

Cilii sau organitele ciliare prezente, cel puțin într-un stadiu al ciclului de viață, bat într-un mod ritmic coordonat. Cilii sunt scurți şi de obicei aranjați în rânduri longitudinale sau diagonale. Ei acoperă suprafața organismului sau pot să fie localizați în regiunea orală sau în anumite benzi.

De obicei sunt multinucleate, prezentând cel puțin două tipuri de nuclei: macronuclei, micronuclei.

Macronucleii sunt responsabili pentru realizarea funcțiilor metabolice, a proceselor de dezvoltare şi pentru menținerea trăsăturilor vizibile. Forma macronucleilor variază printre specii.

Micronucleii participă la reproducerea sexuată şi formează macronuclei după schimbul de material micronuclear dintre indivizi.

Micronucleii se divid mitotic, în timp ce macronucleii se divid amitotic.

Pelicula ciliatelor poate să fie reprezentată de o membrană celulară sau, la unele specii, poate să formeze un scut gros.

Majoritatea ciliatelor sunt holozoice şi posedă citostom, care la anumite specii este o simplă deschidere iar la altele, este conectat cu un şanț sau adâncitură ciliată. La unele specii gura este întărită cu trichite rigide, cu aspect de tijă, pentru a îngloba pradă de talie mare, la altele (parameci), particulele alimentare microscopice sunt purtate spre gură de curenți de apă, formați de cili.

Se înmulțesc prin diviziune binară pe direcția transversală a şirurilor de cili, înmugurire, diviziune multiplă. În diviziunea binară micronucleii se divid mitotic în doi micronuclei care se deplasează la capetele opuse ale celulei. Macronucleii se alungesc şi se divid amitotic. Înmulțirea sexuată se realizează prin conjugare, autogamie, citogamie.

Exemple: *Paramecium, Colpoda, Tetrahymena, Stentor, Blepharisma, Epidinium, Vorticella, Euplotes, Didinium, Balantidium, Blepharisma, Carchesium, Trichodina, Podophrya, Ephelota.*

Phylum Dinoflagellata

(Gr. *dinos*, care se învârteşte+*flagellum*, bici mic).

Protozoare cu doi flageli, unul transvers şi unul târâtor, corpul de obicei scobit transversal şi longitudinal, fiecare depresiune conține un flagel; cromoplaste de obicei galbene sau brun închis, ocazional verzi sau albastru-verzui care conțin clorofile a şi c; nucleu unic printre eucariote, conținând cromozomi lipsiți de histone sau care prezintă niveluri scăzute de histone; mitoză intranucleară, forma corpului uneori sferică, formează colonii sau simple filamente; reproducere sexuată prezentă, forme libere, planctonice, parazite, mutualiste.

Speciile genului *Gymnodinium* produc toxine.

Înfloririle periodice provoacă aşa-numitele “maree roşii”, răspunzătoare de mortalitatea ridicată a peştilor. Oamenii care consumă peşti sau moluşte contaminate, pot muri.

Exemple: *Zooxanthella, Ceratium, Noctiluca, Ptychodiscus* (Figura.3.24).

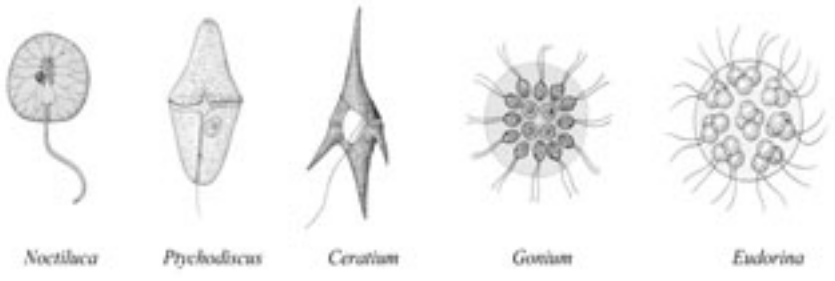


Figura 3.24. Dinoflagelate

Protiste prevăzute cu pseudopode; filogenie neclară

Cu toate că organismele amiboide, aparținând mai vechiului grup Sarcodina, **nu constituie o unitate monofiletică,** se deplasează cu ajutorul pseudopodelor sau a curgerii citoplasmatice locomotoare, fără pseudopode.

Flagelii, când sunt prezenți, apar doar în anumite stadii de dezvoltare sau temporar.

Corpul este nud, prevăzut cu un țest extern sau intern sau cu schelet.

Se reproduc asexuat, prin diviziune. Sexualitatea, dacă este prezentă, este asociată cu gameți flagelați sau mai rar amiboizi. Majoritatea sunt forme libere.

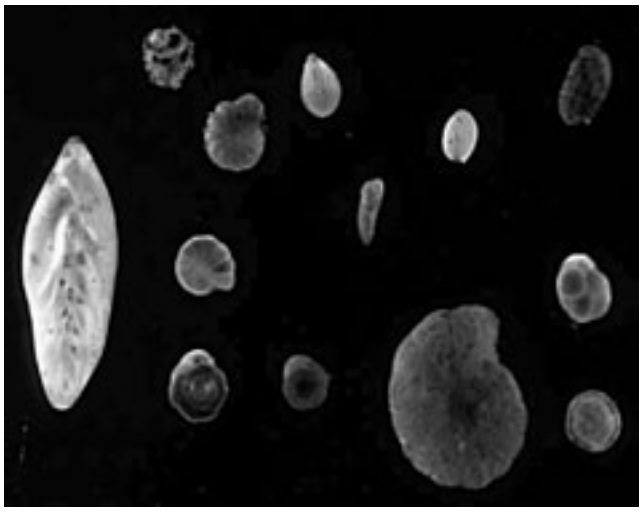
Clasificarea lor se baza în parte pe caracteristicile pseudopodelor lor şi a țestului lor protector.

Amibele trăiesc în ape dulci, marine şi în soluri umede. Unele sunt planctonice, altele preferă un substrat. Puține sunt parazite. Nutriția este holozoică: ingeră şi digeră alimente solide sau lichide. Majoritatea amibelor sunt omnivore, trăind pe alge, bacterii, protozoare, rotiferi şi alte organisme microscopice.

Rizopode (gr. *rhiza*, rădăcină+*pous*, *podos*, picior) realizează locomoția prin lobopode, filopode sau prin curgerea citoplasmatică, fără pseudopode discrete. Ex: *Amoeba, Entamoeba, Difflugia, Arcella, Chlamydophrys, Chaos.*

Amoeba proteus trăieşte în ape lin curgătoare, bazine, ape limpezi puțin adânci, pe vegetație, pe alge, protozoare, rotiferi şi chiar alte amibe, în timp ce se hrănesc prin fagocitoză. Poate să supraviețuiască mai multe zile fără să se hrănească, dar scade în volum în cursul înfometării. Se înmulțeşte prin diviziune binară cu mitoză tipică. Rareori sunt găsite libere în apă, pentru că au nevoie de un substrat pe care să se târască. Au o formă neregulată pentru că lobopodele se pot forma în orice punct al corpului lor.

Granuloreticulose este un grup care se deplasează cu ajutorul reticulopodelor (pseudopode care se ramifică, dar adeseori se reunesc, se anastomozează): include foraminiferi. Exemple: *Globigerina, Vertebralima* (Figura 3.25.).



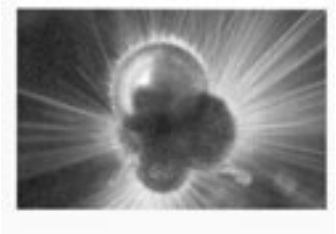


Figura. 3.25. Foraminiferi

Actinopode

(gr.*aktis, aktinos*, rază, +*pous*, *podos*, picior).

Locomoția acestor protozoare se realizează cu ajutorul axopodelor, pseudopodelor, cu filamente axiale. Corpul lor este adesea sferic. Sunt organisme planctonice.

Ex: *Actinosphaerium, Thalassicolla, Actinophrys, Clathrulina.* (Figura. 3.26.).

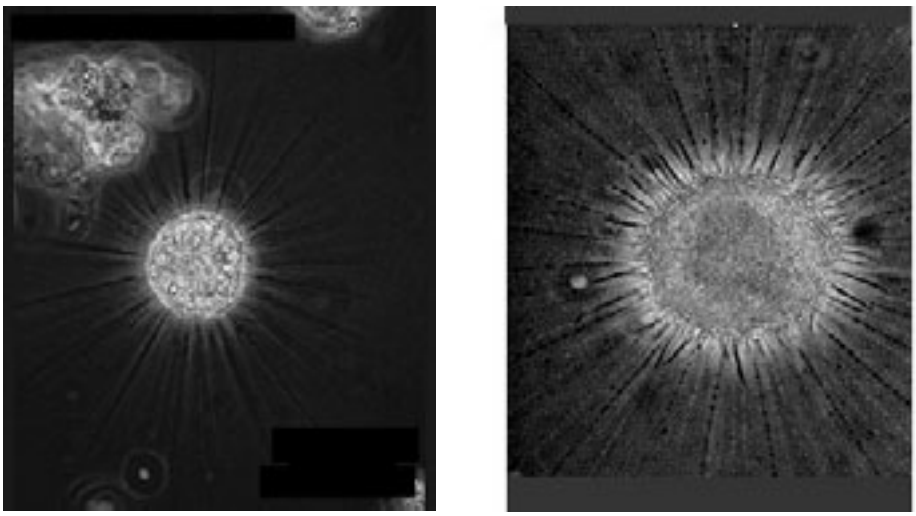


Figura 3.26. Actinopode (după Johnson, P.W., Sieburth, J.McN., Bardele, C., 1996)

Phylum Labirintomorpha

Stadiul vegetativ sub formă de rețea ectoplasmatică cu celule fusiforme sau sferice neamiboide; saprofite sau parazite pe alge, majoritatea marine sau în zona estuarelor.

La unele genuri, celulele amiboide folosesc o mişcare tipică prin alunecare pentru a se deplasa într-o rețea de trasee mucoase. Exemplu:*Labyrnthula.*

Phylum Microspora

Cuprinde protozoare de talie mică, obligatoriu parazite intracelular mai ales la insecte. Exemple: *Nosema bombicus,* parazit al viermilor de mătase, la care provoacă pebrina, *Nosema apis* provoacă dizenterie la albinele melifere. Este interesant că aceşti paraziți ar putea avea un rol important, ca agenți de control biologic împotriva insectelor dăunătoare. De exemplu Agenția de Protecție a mediului din S.U.A. a aprobat şi înregistrat *Nosema locustae* ca factor de control al populațiilor de ortoptere migratoare. Alte specii sunt implicate în infecții secundare ale pacienților care suferă de SIDA.

Phylum Acetospora

Este un grup restrâns de paraziți obligatoriu extracelulari. Formează spori lipsiți de capsule polare sau de filamente polare. Exemplu: *Haplosporidium* este primar parazit în celule, țesuturi şi cavitatea corpului moluştelor.

Phylum Myxozoa

Cuprinde specii obligatoriu parazite extracelular la peştii marini şi dulcicoli. Prezintă 1-6 filamente polare spiralate. Exemplu: *Myxosoma cerebralis* se instalează în sistemul nervos şi organele auditive ale păstrăvului şi somonului, producând rostogolirea şi învârtirea animalului.

Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 72.

TEST DE AUTOEVALUARE

12. Ce grup de protiste nu are mitocondrii?
13.Ce grupe de protiste sunt caracterizate prin prezența sub membrana plasmatică, a unor cavități mici, legate de membrană?
14.Ce grup este format din specii parazite, flagelate, cum ar fi *Trypanosoma,* specia care provoacă boala somnului?
15. Din ce grup face parte *Plasmodium*, gen cu specii care produc malaria?
16.Din ce grup face parte *Paramecium* ?
17.Din ce grup fac parte organismele responsabile de apariția "mareelor roşii " şi a toxinelor mortale pentru om şi peşti ?
18.Cum se numesc organismele care se hrănesc şi se deplasează cu ajutorul cililor?
19.Ce grup este format din organisme flagelate, unele autotrofe, altele heterotrofe?

3.3. Rezumat

Organismele vii sunt clasificate în regnuri, folosind drept criterii: tipul de organizare celulară, mobilitatea, modul de hrănire, prezența sistemului nervos, protecția internă a embrionului, tipul de reproducere. Din considerente didactice acceptăm sistemul de clasificare cu cinci regnuri: Monera, Protista, Plantae, Fungi, Animalia.

Protozoarele, organisme eucariote unicelulare cu organite specializate pentru îndeplinirea funcțiilor vitale, sunt încadrate în Regnul Protista şi au apărut acum aproape 1.5 miliarde de ani în urmă. Se hrănesc prin osmoză şi fagocitoză, se deplasează cu ajutorul cililor, flagelilor şi al mai multor tipuri de pseudopode. Se reproduc sexuat şi asexuat şi în condiții neprielnice de viață închistează. Protistele autotrofe formează planctonul mărilor şi lacurilor, funcționând ca producători ai lanțurilor trofice. Multe specii de protiste sunt parazite şi produc boli grave la om şi animale. Relațiile evolutive dintre taxoni sunt greu de determinat pentru protozoare datorită numărului redus de forme fosile. Compararea secvențelor ARN ribosomal indică originea separată a fiecărui filum.

3.4. Răspunsuri la testele de autoevaluare

1) Virusurile nu au organizare celulară şi nu se pot multiplica în afara unei celule gazdă; 2) peretele celular al procariotelor conține peptidoglicani (polimeri ai unor hidrați de carbon modificați, legați încrucişat de polipeptide scurte), lipopolizaharide, lipoproteine şi mureină, componentă absentă din structura peretelui celular al celulelor eucariote;3) pili reprezintă structuri care permit aderența la substrat sau între indivizi şi au un rol important în transferul ADN în cursul conjugării; 4)criterii: tipul de organizare celulară, modul de viață, mobilitate, mod pe preluare a hranei din mediu, tip de nutriție, prezența sistemului nervos, protecția internă a embrionului, mod de reproducere; 5) spre deosebire de animale, plantele sunt imobile, au perete celular, vacuole în citoplasmă, pigmenți asimilatori în plastide, se reproduc sexuat; 6) perete celular, imobile, au cicluri reproductive care includ procese sexuale şi asexuale;7)organitele celulare îndeplinesc toate funcțiile vitale care asigură supraviețuirea şi perpetuarea organismului; 8) p 49-50; 9) p 50; 10) citostom, citofaringe, vacuolă digestivă, citoproct; 11) vacuolele pulsatile controlează nivelul presiunii osmotice la formele dulcicole îndepărtând excesul de apă din celulă, întrucât mediul intracelular este hiperton în raport cu cel extracelular;12) Trichomonade, Diplomonade; 13) Ciliate, Apicomplexa, Dinoflagelate; 14) Kinetoplastida; 15) Apicomplexa; 16) Ciliophora; 17) Dinoflagelate; 18) Ciliophora; 19) Euglenozoa.

3.5. Instrucțiuni generale de evaluare

Criterii de evaluare: tutorele va aprecia în lucrarea de verificare a cursanților capacitatea de sinteză a informației, capacitatea de aplicare a cunoştințelor în contexte noi, însuşirea criteriilor morfologice folosite în identificarea taxonilor studiați, coerența şi logica răspunsurilor, corectitudinea cu care au fost însuşite definițiile, folosirea corectă a termenilor noi, argumentarea logică a teoriilor învățate, aplicarea cunoştințelor legate de biologia grupului studiat.

Pentru a obține un punctaj favorabil la lucrarea de verificare vă recomand să parcurgeți atent conținutul testelor de autoevaluare şi să verificați corectitudinea cu care ați răspuns la toate sarcinile de lucru.

Exercițiile cuprinse în lucrarea de verificare au punctaj egal (5p).

În cazul în care obțineți la lucrarea de verificare un scor mai mic de 50 de puncte va trebui să revedeți conținutul unității de învățare şi să refaceți lucrarea de verificare.

Rezultatul testului:

Numărul răspunsurilor corecte x5=_____puncte

Punctajul maxim 100 puncte.

Ponderea lucrării de verificare este de 3,33% din evaluarea finală.

3.6.Lucrare de verificare 3.

V.3.1. Ce grupuri sunt caracterizate de mici cavități legate de membrană? Alegeți varianta corectă.

a) Chlorophyta
b) Alveolata
c) Fungi
d) Monera
e) Euglenozoa

V.3.2. Ce grup este format din organisme flagelate, parazite ca Trypanosoma, organismul care provoacă boala somnului?

V.3.3. Alegeți una dintre variante astfel încât afirmația să fie corectă. Protistele sunt un grup de organisme care include

a) plante
b) alge
c) protozoare
d) fungi
e) alge şi protozoare

V.3.4. Alegeți una dintre variante astfel încât afirmația să fie corectă. Euglenoideele s-ar putea spune că fac legătura dintre protistele asemănătoare plantelor şi cele asemănătoare animalelor deoarece prezintă caracteristici ale fiecărui grup. De exemplu ele

a) au rădăcini, tulpină, frunze
b) au perete celular; realizează fotosinteză
c) realizează fotosinteză, au flageli, dar nu au perete celular
d) au perete celular dar nu realizează fotosinteza
e) au perete celular şi flagel

V.3.5. Alegeți una dintre variante astfel încât afirmația să fie corectă. Ce au în comun un dinoflagelat carnivor, o specie parazită de apicomplexe, un parameci?

a) toate formează colonii de celule
b) toate sunt parazite pe alte specii de organisme
c) toate au alveole sub suprafața celulară
d) toate sunt fotosintetizatoare
e) toate sunt autotrofe şi heterotrofe

V.3.6. Alegeți una dintre variante astfel încât afirmația să fie corectă. Ce organisme sunt capabile să producă “maree roşii”?

a) crizofite
b) sporozoare
c) euglenoidee
d) nici unele
e) dinoflagelate

V.3.7. Alegeți una dintre variante astfel încât afirmația să fie corectă. O cladă a protistelor, formată în întregime din organisme parazite este reprezentată de:

a) amibe
b) ciliate
c) euglenoidee
d) flagelate
e) apicomplexe

V.3.8. Alegeți una dintre variante astfel încât afirmația să fie corectă. *Plasmodium* este un gen cu specii parazite, care provoacă malaria. O descoperire ar putea ajuta la combaterea rezistenței la medicamente a

parazitului. Alegeți varianta corectă. Este vorba despre

a) descoperirea antibioticelor care efectiv omoară organismul
b) identificarea genei pentru rezistență la clorochină
c) identificarea unei substanțe care omoară gazda parazitului, țânțarul din genul *Anopheles*
d) cale simplă de evitare a infecției cu Plasmodium şi de aceea rezistența la medicamente este discutabilă
e) rezistența la medicamente nu este o problemă la *Plasmodium*

V.3.9. Alegeți varianta corectă. Care dintre următoarele grupe prezintă mai mult de un nucleu?

a) Diatomee
b) Dinoflagelate
c) Euglenoidee
d) Ciliate
e) Apicomplexe

V.3.10. Alegeți una dintre variante astfel încât afirmația să fie corectă. Actinopodele se hrănesc:

a) Paralizând animale mici cu structuri toxice
b) Absorbind material organic dizolvat
c) Digerând material organic cu enzimele secretate în afara celulei lor
d) Capturând microorganisme şi particule organice pe axopodele suple
e) Cu ajutorul pililor

V.3.11. Alegeți una dintre variante astfel încât afirmația să fie corectă. Unele protozoare, cum este *Amoeba* şi *Paramecium* au organite specializate care elimină continuu excesul de apă din celulă. Prezența acestor organite sugerează că protozoarul este adaptat să trăiască în:

a) Mediul terestru
b) Sânge uman
c) Mediu dulcicol
d) Ocean
e) Mediu hipertonic

V.3.12. Alegeți una dintre variante astfel încât afirmația să fie corectă. Care dintre următoarele organisme prosperă în ocean plutind la suprafața apei

a) *Paramecium*
b) Heliozoare
c) *Plasmodium*
d) Radiolari
e) Foraminiferi

V.3.13. Alegeți una dintre variante astfel încât afirmația să fie corectă. Care dintre aceste grupuri include organisme parazite unicelulare cu un complex de organite specializate pentru penetrarea celulelor şi țesuturilor gazdei?

a) Diatomee
b) Dinoflagelate
c) Euglenoidee
d) Ciliate
e) Apicomplexe

V.3.14. Prin ce se aseamănă şi prin ce se deosebesc protozoarele de celulele animale ? (Răspunde în maximum 100 de cuvinte)
V.3.15. Daca ați călători în afara granițelor într-o regiune cu risc pentru dizenterie amibiană ce măsuri de precauție ați lua? (Răspundeți în cel mult 30 de cuvinte).
V.3.16. Care sunt deosebirile dintre următoarele grupuri de protozoare: Euglenozoa, Apicomplexa, Ciliophora, Dinoflagellata?
(Țineți cont de criteriile morfologice, modul de deplasare, de hrănire, mediul de viață, raportul cu alte specii. Răspundeți în maximum 50 de cuvinte).
V.3.17. În ce constă ipoteza alunecării microtubulilor? (Explică în maximum 50 de cuvinte mecanismul locomoției protozoarelor cu ajutorul flagelilor).
V.3.18. Care este deosebirea dintre diviziunea binară, diviziunea multiplă, înmugurire, dar şi între reproducerea sexuată şi asexuată? (Răspunde în maximum 50 de cuvinte)
V.3.19. Alegeți una dintre variante, astfel încât afirmația să fie corectă. Tripanosoma provoacă

a) malarie
b) trichineloză
c) infecție intestinală
d) boala africană a somnului
e) nici una dintre cele amintite mai sus

V.3.20. Alegeți una dintre variante astfel încât afirmația să fie corectă. În ciclul de viață la *Plasmodium vivax*, care provoacă malaria

a) reproducerea sexuată are loc în corpul țânțarului
b) hematiile explodează provocând febră şi frisoane
c) se formează spori şi gameți
d) toate afirmațiile sunt corecte
e) nici una dintre afirmații nu este corectă

3.7.Cuvinte cheie

alternanță de generații, Alveolata, Amoeba, aparatul neuromotor, Apicomplexa, ciliate, cirri, **conjugare, corpuscul bazal, dineină diviziune binară, diviziunea multiplă, ectoplasmă, endoplasmă, fitoplancton, flagelină, glicocalix, heliozoare, hematocrom, kinet, kinetoplastid, kinezii**, **lipopolizaharide, lipoproteine, membrane ondulante, membranele, mioneme, miofrisce, motorium, mureină, palintomie, peptidoglican, perete celular, pili, plancton, plastid, protozoa, pseudopod, rețea argentofilă, schizogonie, singamie, sporogonie, sporozoit, stigmă, tomiți, taxie, trichocist, țest, vacuole contractile, zooxantelele.**

3.8. Bibliografie

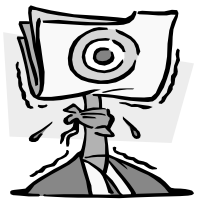
1. Aioanei, F., 2003, Zoologia nevertebratelor, Partea I Protozoa., Imprimeria Arta Grafica Libris.
2. Campbell, N.A., Reece, J.B., Biology, 2002, 6th edition, Pearson Education, Inc.publishing as Benjamin Cummings, 1301 Sansome St., San Francisco, The origins of Eukariotic Diversity, 545-574.
3. Firă, Valeria, Năstăsescu Maria, Zoologia nevertebratelor, Ed. Didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1977, 7-60.
4. Hausman, K., Hülsmann, N., 1996, Protozoology, New York, Thieme Medical Publishers, Inc.
5. Hickman, C.P., Roberts, L.S., Larson, A., l'Anson, H., 2004. Mc Graw-Hill, Integrated Principles of Zoology, Protozoans Groups, 207-232.
6. Miller, S.A., Harley, J.P., 2005, Zoology, Mc Graw-Hill, Animal-like Protists, 111-126.
7. Năstăsescu, Maria, Suciu, M., (1989): Zoologia nevertebratelor, Lucrări practice, partea I-a, T.U.B, 9-73.
8. Sleigh, M.A., 1989.Protozoa and other protests. London, Edward Arnold.
9. Stossel, T.P.,1994. The machinery of cell crawling. Sci.Am.271, 54-63.
10. Tesio C., (1997): Elemente de zoologie. Editura Universității Bucureşti, 12-24.
11. www.mhhe.com./zoology, Web Links:Phylum Sarcomastigophora, Phylum Apicomplexa, Phylum Ciliophora.

Unitatea de învățare 4
REGNUL ANIMALIA

Cuprins

Obiective 77
4.1. Originea metazoarelor 78
4.2. Etapele dezvoltării embrionare a metazoarelor 80
4.3. Arbori filogenetici 88
4.4. Phylum Mesozoa 91
4.4.1. Caractere generale 91
4.4.2. Clasificare 91
4.5. Phylum Placozoa 92
4.5.1. Caractere generale 92
4.6. Phylum Porifera 92
4.6.1. Caractere generale 92
4.6.2. Morfologie 93
4.6.3. Funcții 96
4.6.4. Clasificare 99
4.6.4.1. Clasa Calcarea 99
4.6.4.2. Clasa Hexactinellida 99
4.6.4.3. Clasa Demospongiae 99
4.6.5. Filogenie 100
4.7. Rezumat 101
4.8. Răspunsuri la testele de autoevaluare 102
4.9. Instrucțiuni generale de evaluare 102
4.10. Lucrare de verificare 4 102
4.11. Cuvinte cheie 104
4.12. Bibliografie 104

Obiective



Obiective generale:

- **Identificați caracterele specifice animalelor prin care acestea se deosebesc de alte organisme vii.**

Obiective specifice:

La sfârşitul unității de învățare cursanții:

1. Explică avantajul multicelularității organismelor animale.

2. Identifică principalele ramuri evolutive ale regnului animal pe care le delimitează în funcție de gradul de organizare, simetrie şi numărul straturilor germinative.

3. Deosebesc animalele cu simetrie radiară de cele cu simetrie bilaterală.

4. Deosebesc metazoarele acelomate de cele pseudocelomate şi celomate, urmărind evoluția mezodermului.

5. Deosebesc segmentarea spirală de cea radiară, segmentarea determinată de cea nedeterminată.

6. Compară dezvoltarea schizocelică a mezodermului cu cea enterocelică.

7. Compară nivelul de organizare al mesozoarelor, placozoarelor şi poriferilor.

8. Identifică criteriile folosite în clasificarea poriferilor.

9. Motivează creşterea complexității structurale a peretelui corpului la poriferi şi avantajele apariției tipului leuconoid.

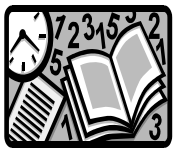
10. Argumentează teoria originii poriferilor în coanoflagelatele coloniale.

4.1.Originea metazoarelor

Existența animalelor a început în mările Precambrianului în care au evoluat organisme multicelulare care se hrăneau cu alte organisme. A fost posibilă exploatarea unui nou mod de viață, a unor noi resurse, ceea ce a condus la radiația evolutivă a diferitelor forme.

Marea diversificare a organismelor, desfăşurată în Cambrian, s-a datorat unor

a) **cauze ecologice** - apariția relației pradă-prădător
b) **cauze geologice**-oxigenul atmosferic a atins o concentrație suficient de ridicată în timpul cambrianului pentru susținerea metabolismului mai activ, necesar hrănirii şi a altor activități ale animalelor mobile.
c) **cauze genetice**-o mare parte a diversității corpului, observată la cele aproximativ 35 de filumuri animale, se datorează variației expresiei spațiale şi temporale a genelor *Hox* în dezvoltarea embrionară. Diversificarea animalelor a fost asociată cu evoluția complexului de gene reglatoare *Hox* care a condus la variația morfologică în timpul dezvoltării embrionare.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 102

TESTE DE AUTOEVALUARE

1. Enumerați cinci particularități ale organismelor încadrate în Regnul Animalia (Revedeți Unitatea 3):

a)
b)
c)
d)
e)

Animalele, au apărut din strămoşi unicelulari şi corpul lor, format din mai multe celule, a avut avantaje în raport cu simpla creştere a masei unei singure celule. Cu toate că schimburile au loc la suprafața celulei, divizarea unei mase în unități mai mici, creşte substanțial suprafața disponibilă pentru activitățile metabolice.
Este imposibilă menținerea unui raport avantajos suprafață /masă, prin simpla creştere a dimensiunii unui organism unicelular. **Multicelularitatea este o cale înalt adaptativă spre creşterea dimensiunii corpului.**

Se cunosc trei ipoteze importante care încearcă să explice originea metazoarelor din strămoşi unicelulari:

1. **metazoarele au provenit dintr-o formă ciliată unicelulară** la care legăturile celulare au evoluat ulterior.

2. **metazoarele au provenit dintr-o formă flagelată colonială**, care a trăit cu 700 milioane de ani în urmă, în

Precambrian, în care celulele au devenit gradat mai specializate şi interdependente (metazoarele sunt monofiletice). Acest strămoş era probabil înrudit cu coanoflagelatele

3. **metazoarele sunt polifiletice**, evoluând independent din mai multe grupuri de organisme unicelulare.

1) Susținătorii **ipotezei ciliatului sincițial** consideră că metazoarele s-au format dintr-un strămoş comun cu cel al ciliatelor unicelulare. Strămoşul comun al metazoarelor a dobândit mai mulți nuclei într-o singură membrană celulară şi ulterior s-a compartimentat, devenind multicelular.

Se presupune că forma corpului strămoşului semăna cu cea a ciliatelor moderne şi astfel tindea spre simetria bilaterală. De aceea cele mai vechi metazoare, este posibil, să fi fost bilateral simetrice, asemănătoare cu viermii plați. Această teorie are numeroase neajunsuri:

- ignoră embriologia viermilor plați în care nu se petrece nimic asemănător celularizării
- nu explică prezența spermatozoizilor flagelați la metazoare
- susține că simetria radială a cnidarilor a derivat din simetria bilaterală primară pentru care nu există nici o dovadă.

2) Ipoteza flagelatului colonial, propusă de Heckel în 1874 are încă numeroşi adepți. Conform acestei teorii, strămoşii metazoarelor erau colonii sferice, goale, formate din celule flagelate.

Acestea s-au diferențiat pentru realizarea unor funcții specifice (celule reproducătoare, celule nervoase, celule somatice), subordonând independența celulară bunăstării coloniei, ca întreg.

Forma ancestrală colonială a fost la început radial simetrică, similară planulei cnidarilor, care înoată liber. Această larvă este radial simetrică şi nu are gură. Cnidarii, organisme cu simetrie radiară, ar fi putut evolua din această formă.

Simetria bilaterală ar fi putut evolua ulterior, când unii strămoşi asemănători planulei, s-au adaptat la locomoția prin târâre pe fundul oceanului. În acest mod s-ar fi diferențiat suprafețele dorsală şi ventrală, a fi apărut gura, situată ventral şi s-ar fi inițiat procesul cefalizării, prin care s-a produs concentrarea neuronilor şi a structurilor senzoriale în partea anterioară a corpului.

3) Unii zoologi preferă teoria conform căreia **metazoarele au origine polifiletică** şi sugerează că spongierii, cnidarii, ctenoforii şi eumetazoarele au evoluat independent. Nu a existat o schemă unică pentru toate.

4.2. Etapele dezvoltării embrionare a metazoarelor

În cursul dezvoltării oricărui metazoar se diferențiază celule somatice şi sexuale (spermatozoizi şi ovule). Prin fuziunea pronucleilor spermatozoidului şi ovulului se formează **zigotul,** refăcându-se starea diploidă a numărului de cromozomi.

Din zigot se va dezvolta un organism complet, informația necesară procesului de diferențiere fiind stocată în nucleu. În dezvoltarea indivizilor oricărei specii, caracterele taxonilor superiori (filum, clasă) se schițează înaintea celor tipice pentru taxonii de rang inferior (ordin, familie, gen, specie). Procesele dezvoltării merg de la general la specific, explicând **principiul lui Haekel: "Ontogenia repetă filogenia".**

După **fertilizare** (Figura. 4.1.) se succed **segmentarea** şi **blastularea**.

Zigotul unicelular începe să se dividă prin mitoză şi formează un agregat sferic de celule (**morulă**). În timpul primelor diviziuni mitotice nu se produce creşterea masei citoplasmatice. La fiecare nouă diviziune, celula îşi reduce masa la jumătate.

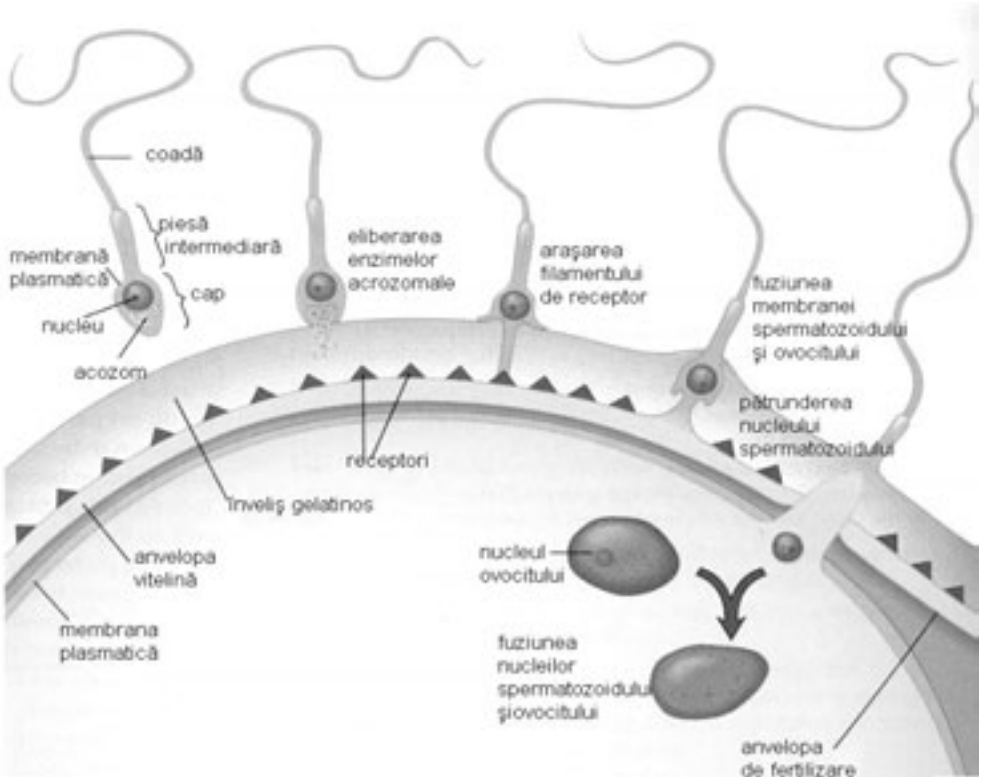


Figura. 4.1. Etapele fecundației

Simetria segmentării poate fi:

- **radiară** şi **nedeterminată**, când nu se stabileşte o relație între poziția unui blastomer şi teritoriul sau organul care se formează din el.

- **spirală** şi **determinată**, când fiecare blastomer dă naştere unui anumit organ. Prin diviziune celulară, morula se transformă în **blastulă.** În interior, aceasta prezintă o cavitate denumită **blastocel**, înconjurată de celule care constituie **blastodermul** (Figura 4.2.)**.**

Gastrulația este un proces de regrupare a celulelor, în care se formează asociații noi de celule şi a cărui finalitate este formarea **gastrulei.**

Procesul are loc prin:

a) **Embolie**-când blastodermul se înfundă la polul vegetativ şi generează **arhenteronul** căptuşit cu **endoderm,** deschis la exterior prin **blastopor.**

b) **Epibolie**-când micromerele cresc mai repede decât macromerele şi ajung să le acopere.

c) Proliferare, imigrare şi **delaminare,** când pe seama blastodermului se formează masive celulare ordonate în endoderm.

În această fază, gastrula prezintă două foițe embrionare: **ectoderm** şi **endoderm**. Animalele la care structurile corpului se diferențiază din ectoderm şi endoderm se numesc **diploblaste**.

La altele, mai evoluate, dezvoltarea embrionară continuă prin formarea celei de-a treia foițe embrionare, situată între ectoderm şi endoderm, **mezodermul**. Aceste metazoare se vor numi **triploblaste.**

Mezodermul se poate forma în două moduri:

- prin **schizocelie,** la protostomieni, când două celule mari ale endodermului, situate în regiunea blastoporului formează benzi mezodermice în care apar ulterior sacii celomici.

- prin **enterocelie,** la deuterostomieni**,** când două evaginări ale arhenteronului se strangulează, detaşându-se de endoderm şi delimitează celomul.

Celomul este cavitatea adevărată a corpului, care ocupă spațiul dintre tubul digestiv şi pereții interni ai corpului, adăpostind organele interne (Figura. 4.3.).

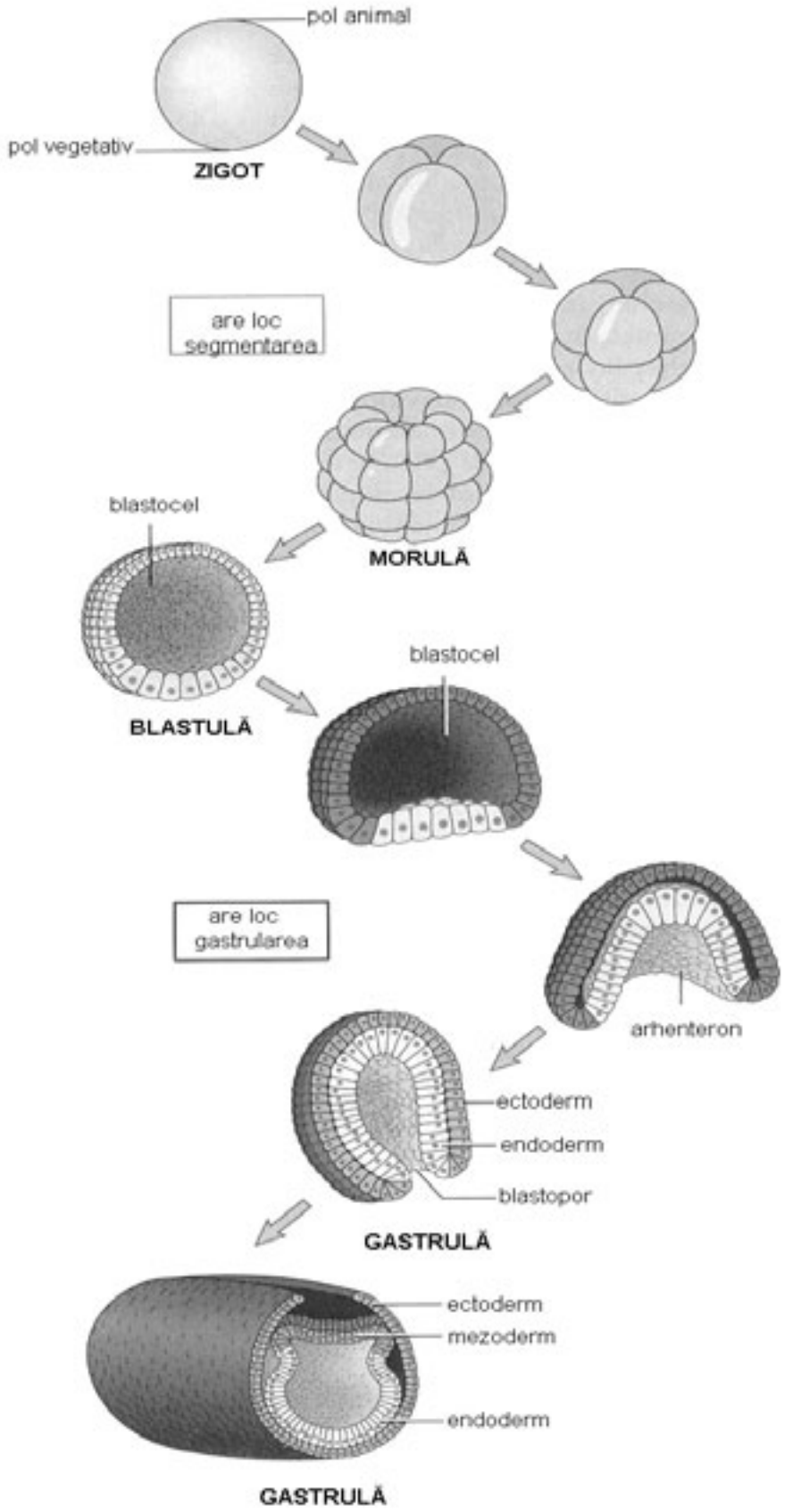


Figura 4.2. Etapele dezvoltării embrionare

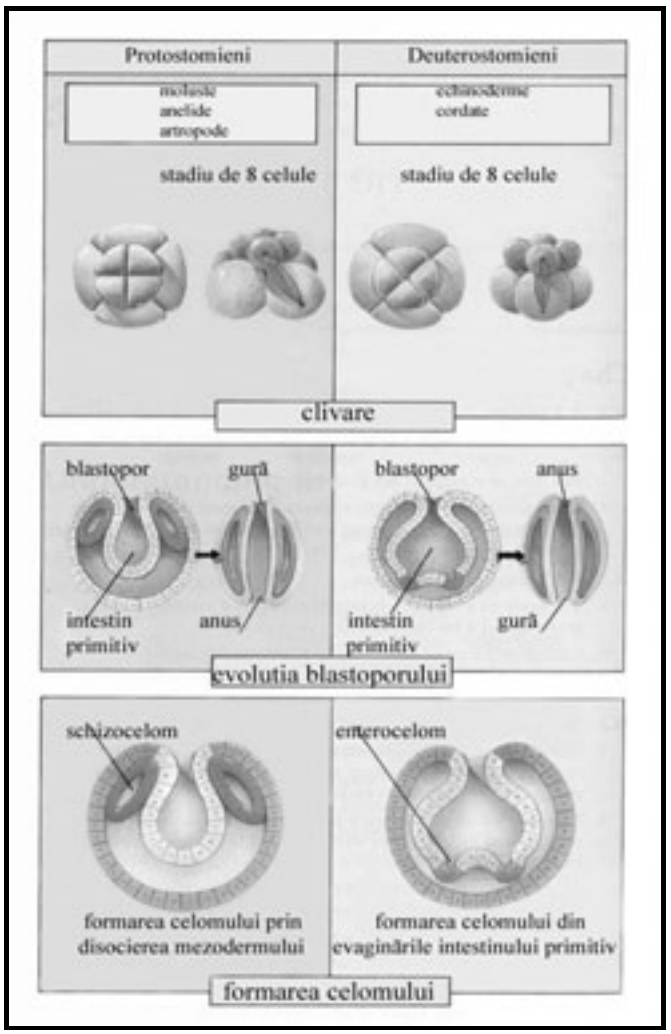


Figura. 4.3. Etapele formării celomului la protostomieni şi deuterostomieni

- Metazoarele triploblaste lipsite de celom se numesc **acelomate,** de exemplu platelminții. La acest grup de viermi spațiul dintre peretele corpului şi intestin este plin cu o rețea de celule.

- Metazoarele la care se diferențiază celomul, se numesc **celomate** şi prezintă o **structură "tub în tub"** (tubul extern este reprezentat de peretele corpului, tubul intern este tubul digestiv, iar spațiul dintre ele este celomul).

Celomul este mărginit de două structuri mezodermice: **pleura parietală (somatopleura)** şi **pleura viscerală (splanchnopleura)**. Ulterior din acestea se vor diferenția pleurele, pericardul şi peritoneul.

Lichidul acumulat în această cavitate serveşte drept schelet hidrostatic şi are un rol important în locomoție, modificarea rapidă a formei, săpat, protecția organelor interne.

La celomatele cu corp moale, lichidul necompresibil din cavitatea celomică se află sub presiune, împotrivă căreia pot acționa muşchii. Cavitatea permite organelor interne să crească şi

să se mişte independent de peretele extern al corpului. În această cavitate se acumulează deşeurile metabolice şi are loc maturarea elementelor sexuale.

- Unele metazoare triploblaste (rotiferi, nematode) au o falsă cavitate celomică, **pseudocelom**, derivată din blastocel. Cavitatea nu este complet căptuşită cu țesut derivat din mezoderm (Figura. 4.4).

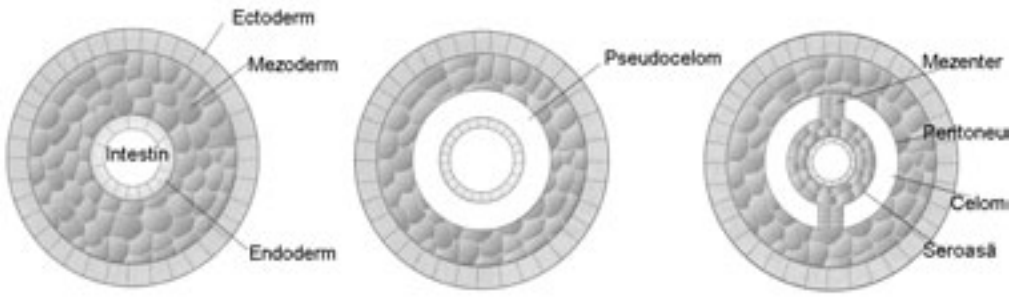


Figura. 4.4 Formarea celomului

Filumurile celomatelor se distribuie în două ramuri evolutive: **Protostomia** şi **Deuterostromia.**

- În ramura, **Protostomia**, sunt încadrate **moluştele**, **anelidele** şi **artropodele**, metazoare al căror blastopor se transformă în orificiu bucal

- **Echinodermele** şi **cordatele** sunt grupate în ramura **Deuterostomia**, metazoare al căror blastopor se transformă în anus, gura apărând secundar.

Protostomienii au o **segmentare spirală**, planurile de diviziune ale celulelor fiind diagonale în raport cu axa verticală a embrionului. **Segmentarea determinată** a unor protostomieni imprimă sensuri rigide dezvoltării fiecărei celule embrionare încă de timpuriu. O celulă izolată în stadiul de patru celule al dezvoltării melcului, conduce inevitabil la un embrion lipsit de anumite regiuni.

Zigotul unor deuterostomieni suferă o **segmentare radială**. Planurile de clivare sunt fie paralele, fie perpendiculare pe axa verticală a oului. Majoritatea deuterostomienilor au o **segmentare nedeterminată;** fiecare celulă produsă în primele diviziuni ale segmentării reține capacitatea de a se dezvolta într-un embrion complet (Figura. 4.5.).

- Din **ectoderm** se diferențiază :

- epiderma
- mucoasele,
- organele de simț,
- sistemul nervos
- stomodeumul (partea anterioară a tubului digestiv)
- organele respiratorii la nevertebrate
- proctodeumul (partea posterioară a tubului digestiv)

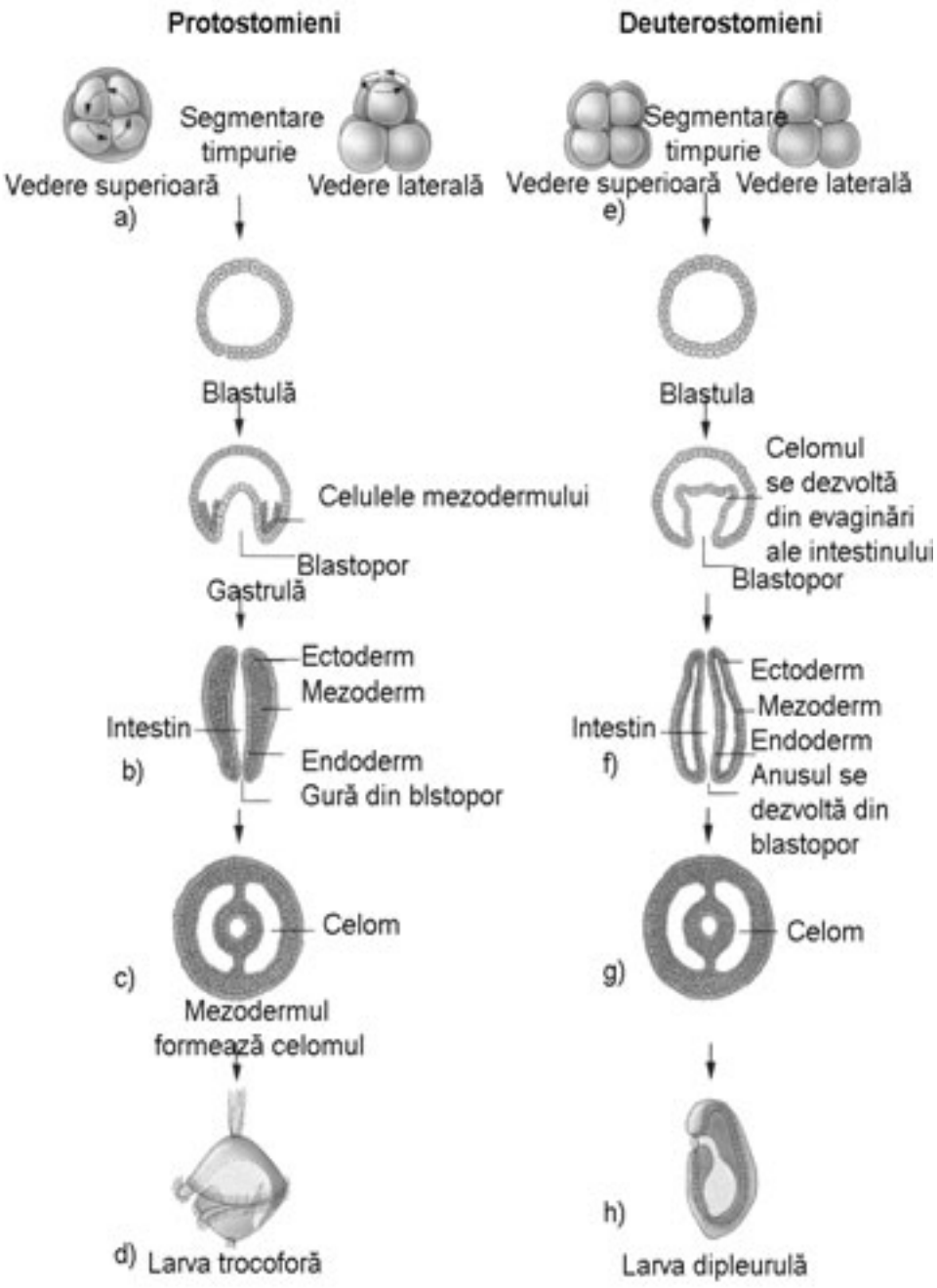


Figura. 4.5. Particularitățile dezvoltării Protostomienilor şi Deuterostomienilor (după Miller-Harley, 2005)

- Din **mezoderm** se diferențiază:

-derma
-scheletul cordatelor
-musculatura
-vasele de sânge
-peritoneul
-pleura
-pericardul
-organele genitale

- Din **endoderm** se diferențiază :

-mezenteronul şi glandele anexe
-notocordul (component al scheletului axial al cordatelor)
-organele respiratorii ale cordatelor

Formarea mezodermului şi a celomului a marcat un moment important în evoluția metazoarelor, întrucât a permis creşterea diversității structurale şi funcționale, dar a făcut posibilă apariția metameriei (repetarea lineară a segmentelor similare ale corpului).

Simetria corpului metazoarelor reflectă modul de viață şi poate fi: **radiară**-animalul prezintă un pol oral în centrul căruia se deschide gura şi un pol aboral; orice plan dus prin axul longitudinal care uneşte cei doi poli, va împărți animalul în două jumătăți egale. Acest tip de simetrie caracterizează spongierii, cnidarii, echinodermele, animale sesile, ataşate de substrat sau planctonice, pregătind organiamul să se confrunte, în mod egal, din toate părțile, cu stimulii din mediu (Figura 4.6.)

Majoritatea animalelor capabile să se deplaseze activ au o simetrie **bilaterală a corpului** (Figura. 4.7.). Corpul lor este împărțit în două jumătăți de trei planuri, plasate perpendicular unul față de celelalte:

-un plan sagital împarte corpul în două jumătăți :dreaptă şi stângă
-un plan frontal împarte corpul în jumătatea dorsală şi ventrală
-un plan transvers împarte corpul în jumătatea anterioară şi posterioară.

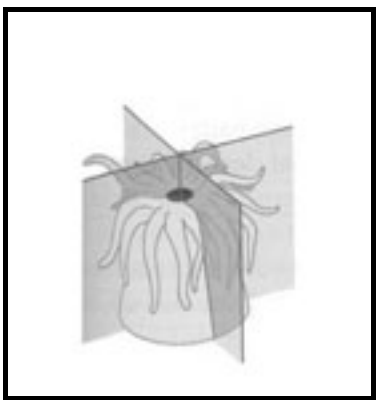


Figura. 4.6. Simetria radiară

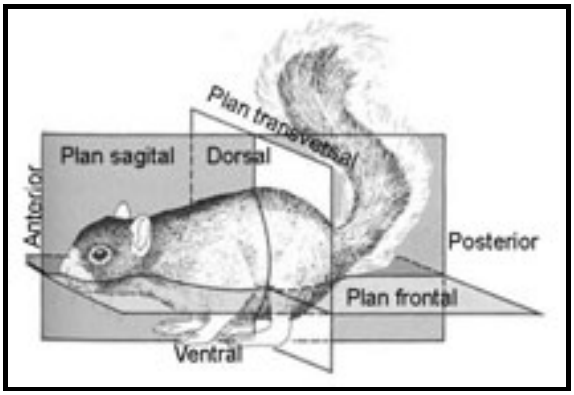
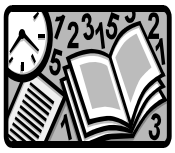


Figura. 4.7. Simetria bilaterală

Simetria bilaterală se asociază cu **cefalizarea**, proces prin care s-a realizat concentrarea structurilor nervoase în extremitatea anterioară, cea dintâi care vine în contact cu sursele de hrană, pericolele şi alți stimuli. Cefalizarea presupune şi dezvoltarea sistemului nervos central, concentrat la nivelul capului şi prelungit spre coadă, ca un cordon nervos longitudinal. Capul reprezintă o adaptare la locomoția prin târâre, săpat, înot.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 102

TESTE DE AUTOEVALUARE

2. Alegeți una dintre variante astfel încât enunțul să fie corect. Toate animalele îşi au originea într-un strămoş comun care a trăit în:
a) Precambrian
b) Jurasic
c) Pliocen
d) Devonian
e) Cenozoic

3. Alegeți una dintre variante astfel încât enunțul să fie corect. Gastrulația este procesul prin care se formează
a) sistemul nervos central
b) blastula
c) organele
d) foițele embrionare
e) muşchii

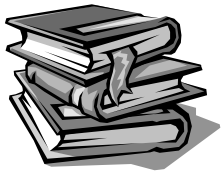
4. Alegeți una dintre variante astfel încât enunțul să fie corect. O tendință importantă în evoluția animalelor a fost cefalizarea . Un animal prezintă cefalizare avansată când:
a) este mare
b) are simetrie bilaterală
c) are specializare tisulară
d) prezintă o concentrare de neuroni în extremitatea anterioară
e) toate acestea împreună

5. Alegeți una dintre variante astfel încât enunțul să fie corect. Un animal este protostomian sau deuterostomian dacă:
a) are blastocel
b) are un anumit număr de foițe embrionare
c) are o anumită evoluție a blastoporului
d) are un anumit tip de simetrie a gastrulei
e) toate acestea împreună

6. Alegeți varianta corectă. Care dintre următoarele aspecte reprezintă dovada că filumul cel mai apropiat de cordate este Echinodermata?
a) ambele sunt celomate
b) ambele sunt deuterostomieni
c) ambele sunt pseudocelomate
d) formele mature ale ambelor filumuri prezintă simetrie bilaterală
e) sunt triploblaste

7. Completați spațiile libere din text cu varianta corectă. Protostomienii prezintă segmentare_____şi deuterostomienii prezintă segmentare_____.
a) radiară şi spirală…….determinată şi nedeterminată
b) radiară şi nedeterminată…….spirală şi determinată
c) radiară şi determinată……..spirală şi nedeterminată
d) spirală şi determinată…….radiară şi nedeterminată
e) spirală şi nedeterminată…….radiară şi determinată

4.3. Arbori filogenetici



Elaborarea arborilor filogenetici ai regnului Animalia s-a bazat, până nu demult, pe datele de anatomie comparată şi embriologie. Sistematica moleculară a adăugat date noi pentru a grupa taxonii monofiletici care constituie clade.

Un arbore filogenetic, bazat pe studiul secvențelor nucleotidice din ARN ribozomal al subunității mici (SSU-rRNA) (Figura 4.8.) nu se aseamănă în totalitate cu arborele tradițional. (Figura 4.9.).

Nu există nici o neconcordanță în privința primelor ramificații ale filogeniei animale, sistematica moleculară susținând ipoteza tradițională a dicotomiei Parazoa-Eumetazoa şi Radiata-Bilateralia.

Dovezile moleculare întăresc ipoteza că deuterostomienii care includ echinodermele şi cordatele, constituie o subramură monofiletică a celomatelor bilaterale.

Dovezile moleculare identifică două clade distincte în interiorul protostomienilor: **Lophotrochozoa,** care include anelidele şi moluştele şi **Ecdysozoa** care include artropodele. În baza datelor de anatomie comparată şi embriologie, relațiile dintre anelide, moluşte şi artropode erau incerte.

Pe baza datelor moleculare Phylumul Plathelmintes (triploblaste acelomate) a fost plasat printre protostomieni, în clada Lophotrochozoa. Implicația acestei mutări ar fi că viermii plați nu sunt animale primitive, precelomate, ci protostomieni la care planul corpului s-a simplificat, prin pierderea celomului, în cursul evoluției.

De asemenea Phylumurile Rotifera şi Nematoda, viermi pseudocelomați, sunt plasate în clada protostomienilor. Rotiferii sunt mai apropiați de Phylum Lophotrochozoa, iar nematodele îşi găsesc loc printre reprezentanții Ecdysozoa. (animale care secretă un schelet extern).

Printre celomate, există trei filumuri denumite lofoforate, după existența unei structuri, **lofofor**, formată din tentacule ciliate, folosite pentru hrănire. Lofoforatele prezintă anumite caractere comune cu protostomienii şi altele cu deuterostomienii. Datele moleculare le plasează printre protostomienii din Phylum Lophotrochozoa.

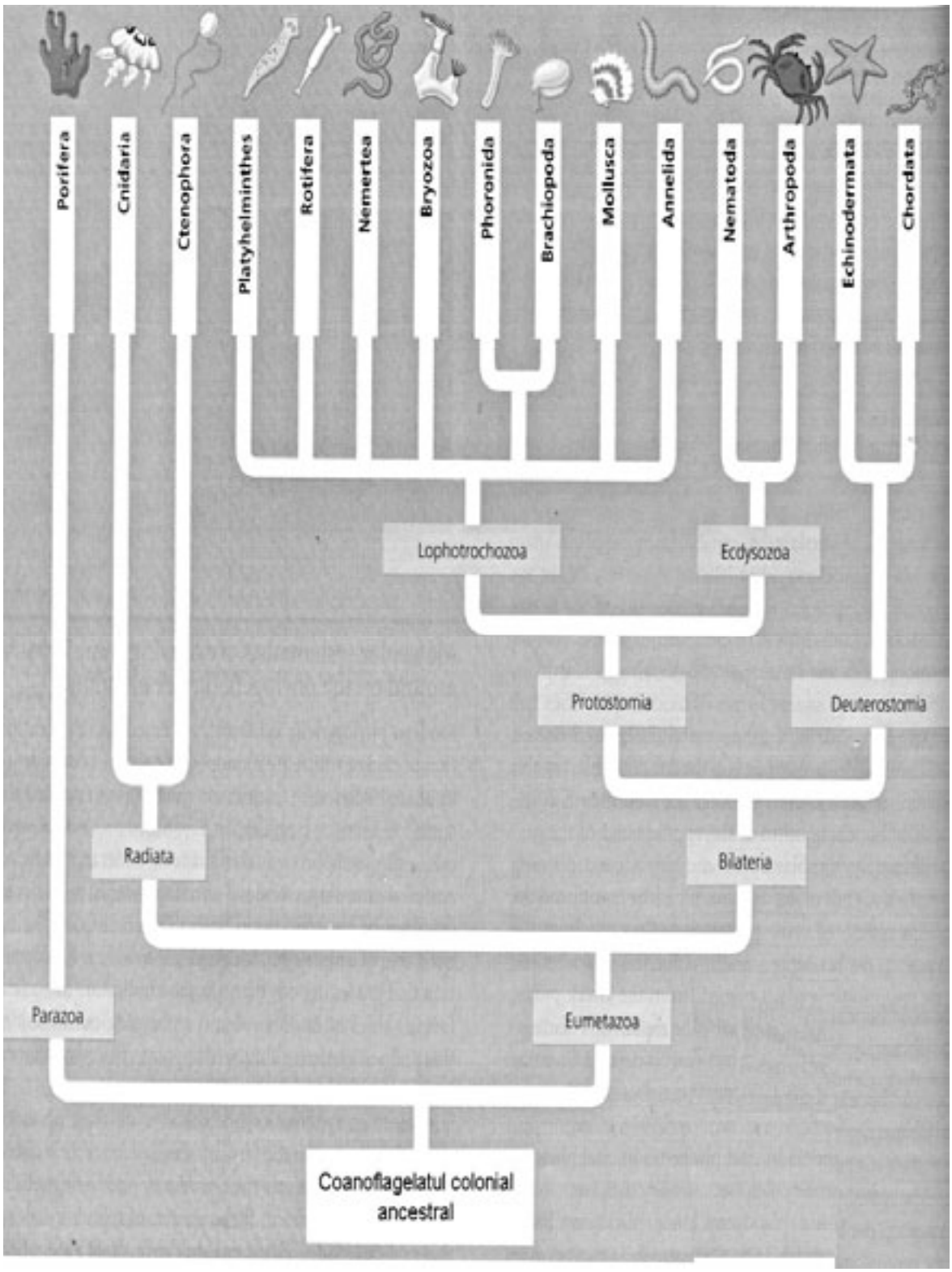


Figura. 4.8 Filogenia animală bazată pe secvențierea ARNr din subunitatea mică (după Campbell-Reece, 2002)

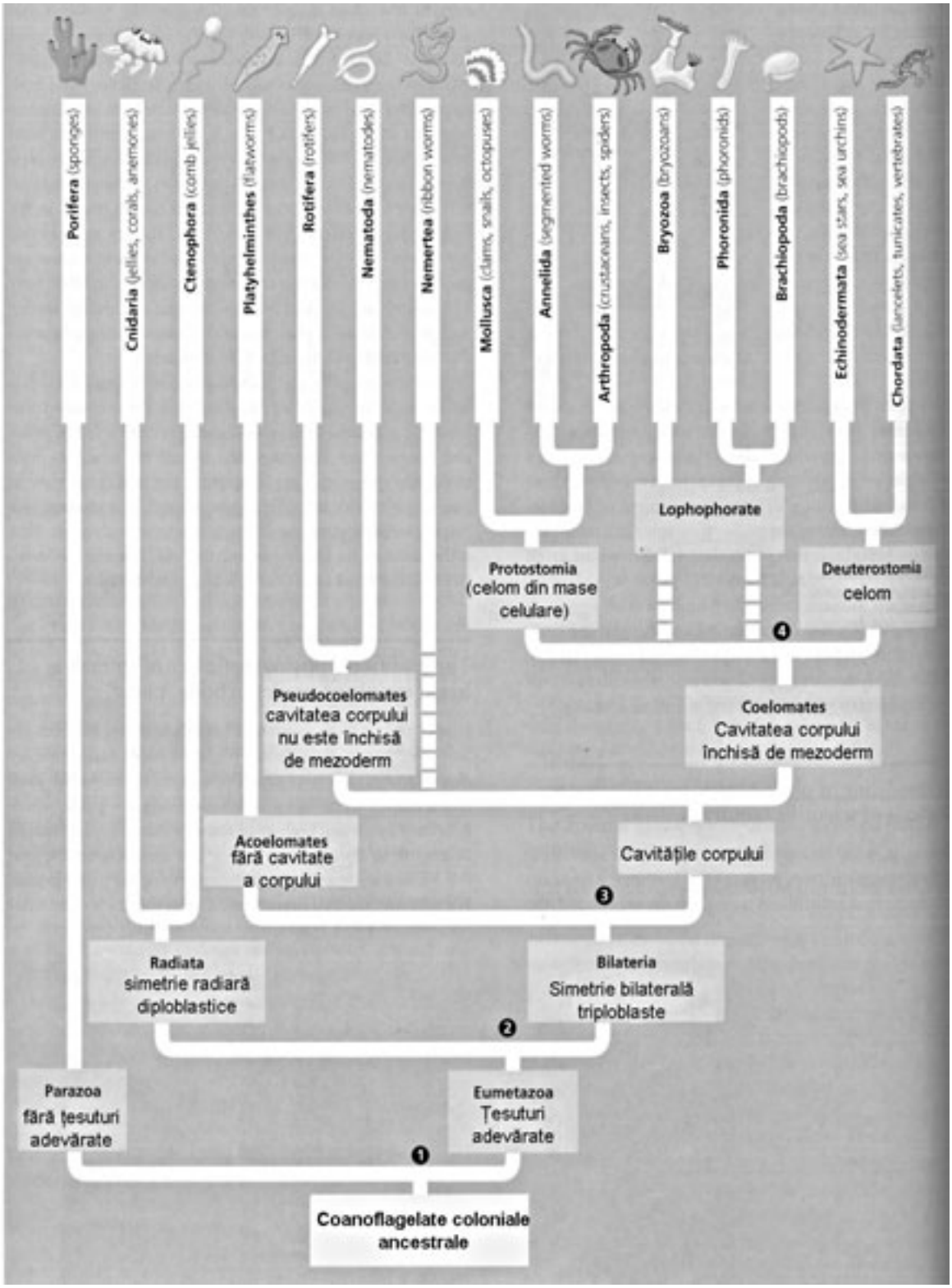
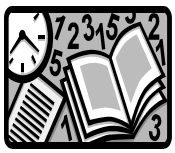


Figura. 4.9. Arborele filogenetic tradițional al metazoarelor
(Campbell-Reece, 2002)



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 102

TESTE DE AUTOEVALUARE

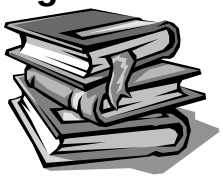
8. Alege varianta corectă. În concordanță cu arborele filogenetic, anelidele sunt mai apropiate de:
a) artropode
b) moluşte
c) nematode
d) cnidari
e) platelminți

9. Alege varianta corectă. Conform arborelui filogenetic clada care include echinodermele şi cordatele este mai apropiată de:
a) moluşte
b) poriferi
c) nematode
d) cnidari
e) platelminți

10. Enumerați aspectele prin care arborele filogenetic construit cu ajutorul caracterelor de anatomie comparată şi embriologie se aseamănă cu cel elaborat cu ajutorul datelor moleculare.

4.4 Phylum Mesozoa

4.4.1.Caractere generale



Gr. *mesos,* în mijloc+*zoon*, animal). Cuprinde animale ciliate, vermiforme, cu un nivel extrem de simplu de organizare. Toți reprezentanții sunt paraziți la nevertebratele marine şi majoritatea măsoară între 0.5-7 mm lungime, fiind alcătuiți din 20-30 de celule dispuse în două straturi. Acestea nu se omologhează cu foițele embrionare ale metazoarelor evoluate.

Cele două clase de mesozoare, **Rhombozoa** şi **Orthonectida**, se deosebesc atât de mult între ele, încât unii autori consideră că ar fi oportun să fie încadrate în filumuri diferite.

4.4.2. Clasificare

4.4.2.1.Clasa Rhombozoa

Rhombozoarele trăiesc în rinichii cefalopodelor bentonice.

Adulții sunt vermiformi şi supli.

Celulele reproducătoare interne dau naştere unei larve vermiforme care creşte şi ulterior se reproduce.

Când are loc creşterea densității unei populații, celulele reproducătoare ale unor adulți se dezvoltă în structuri asemănătoare gonadelor, care produc gameți femeli şi masculi. Zigoții se transformă în larve ciliate, deosebite de formele parentale. Aceste larve sunt eliminate în apă odată cu urina gazdei. Nu se cunoaşte următoarea parte a ciclului lor de viață pentru că larvele nu pătrund imediat într-o nouă gazdă.

4.4.2.2. Clasa Orthonectida

Orthonectidele parazitează nevertebrate, moluşte bivalve, polichete, nemerțieni. Ciclurile lor de viață implică faze sexuate şi asexuate. Stadiul asexuat este total diferit de cel al rhombozoarelor, fiind format dintr-o masă multinucleată, denumită **plasmodium,** care, prin diviziuni, se va transforma în indivizi cu potențial sexual diferit (masculi şi femele).

Unii autori consideră că aceste organisme reprezintă viermi plați primitivi sau degenerați şi chiar îi plasează în Phylum-ul Plathelminthes.

Dovezile moleculare sprijină ipoteza unei relații filogenetice a mesozoarelor şi viermilor plați şi pledează pentru includerea Mesozoarelor în Superphylum Lophotrochozoa.

4.5.Phylum Placozoa

4.5.1.Caractere generale

(Gr.*plax*, *pl*akos*,* tabletă , placă, +*zoon*, animal)

Reprezentat de o singură specie marină minusculă care măsoară 2-3 mm:*Trichoplax adhaerens*. Corpul aplatizat, este lipsit de simetrie, organe şi sistem nervos. Partea dorsală este acoperită de un epiteliu, partea ventrală este protejată de un epiteliu gros constituit din celule cilindrice ciliate şi celule glandulare. Între epitelii există un spațiu care conține lichid şi celule fibroase. Organismele alunecă pe hrana lor, secretă enzime digestive şi apoi absorb produşii.

4.6.Phylum Porifera

4.6.1.Caractere generale

(L *porus*, por, orificiu+*fera*, a purta).

Spongierii, organisme pluricelulare în general marine, au pe suprafața corpului pori şi canale care constituie un sistem de hrănire, prin filtrare, foarte potrivit cu viața sedentară.

Se cunosc aproximativ 5000 de specii marine răspândite la toate adâncimile şi doar 150 care populează apele dulci sau salmastre.

Numeroase specii de peşti, moluşte, crustacei, briozoare sunt comensale sau parazite pe sau în spongieri. Unele specii de poriferi cresc pe alte animale. Există specii de crustacei care folosesc fragmente din corpul spongierilor pentru camuflaj sau protecție.

Reprezintă o sursă de hrană pentru peştii de recif.

Spongierii datează din Precambrian şi Cambrian.

Din acest filum fac parte:

- **Clasa Calcarea**- spongieri cu scheletul format din spiculi calcaroşi,
- **Clasa Hexactinellida** -spongieri cu scheletul format din spiculi silicioşi cu şase axe
- **Clasa Demospongiae**-spongieri cu schelet format din spiculi silicioşi şi/sau **spongină** (un colagen specializat)

Există autori care propun şi **Clasa Sclerospongiae** în care s-ar încadra spongieri cu schelet masiv, calcaros şi spiculi silicioşi.

4.6.2. Morfologie externă

Dimensiunea lor variază de la câțiva mm la peste 2m diametru.

Corpul lor radiar simetric sau lipsit de simetrie, are aspect de amforă, potir, cupă, ramificații arborescente, cruste. Unele specii sapă depresiuni în cochiliile moluştelor sau în stânci.

Sunt animale sesile, cu toate că embrionii lor înoată liber, **lipsite de țesuturi şi organe adevărate,** ale căror celule prezintă un anumit grad de independență.

Viața sedentară explică lipsa unui sistem nervos evoluat sau a organelor de simț.

Orificiile mici prin care intră apa în corp se numesc **ostii,** în timp ce orificiile largi prin care apa părăseşte corpul se numesc **osculi.**

Orificiile sunt în legătură cu un sistem de canalicule prin care trece permanent un curent de apă menținut de celule flagelate cu guleraş, denumite **coanocite,** care căptuşesc unele canale. Aceste celule înglobează, prin fagocitoză, particulele alimentare din apă.

Corpul este alcătuit dintr-un strat extern cu celule aplatizate, **pinacocite**, care constituie **pinacodermul.** Aceste celule căptuşesc şi suprafețe interne. Există spongieri la care anumite pinacocite sunt transformate în **porocite** contractile **(miocite)**, dispuse în benzi circulare în jurul osculilor sau porilor. Miocitele reglează fluxul de apă care circulă prin corp şi suprafața spongierului. Uneori au forma de “T”, corpii celulari prelungindu-se în mezohil.

Pinacocitele care căptuşesc canalele inhalante pot fagocita particule alimentare mai mari sau absorb prin transport activ nutrienții dizolvați în apă .

Celulele flagelate cu guleraş care căptuşesc anumite cavități se numesc **coanocite.** Un capăt al celulei este cufundat în mezohil, în timp ce partea opusă, expusă, este prevăzută cu flagel, înconjurat de un guler citoplasmatic. Gulerul coanocitei este format din microvili conectați între ei prin microfibrile delicate care formează o structură filtratoare.

Particulele alimentare prea mari, în raport cu diametrul gulerului citoplasmatic, sunt reținute în mucusul secretat şi alunecă spre baza celulei unde acestea sunt fagocitate de corpul celular. Particulele alimentare prea mari au fost deja respinse la trecerea apei prin ostii şi prosopil.

Între pinacoderm şi stratul de coanocite există un matrix gelatinos, **mezohil** (ectomezenchim, mezoglee) care conține diferite tipuri de celule amiboide, fibre şi structuri scheletice:

-arheocitele sunt celule amiboide capabile să fagociteze particule de la nivelul pinacodermului şi să primească particule pentru digestie de la pinacocite. Sunt capabile să se diferențieze în alte tipuri de celule ale spongierului.

-sclerocitele secretă fibrele de spongingă ale scheletului

-colencitele secretă colagen fibrilar**,**

-lofocitele secretă mari cantități de colagen, dar se deosebesc morfologic de colencite (Figura 4.10.)

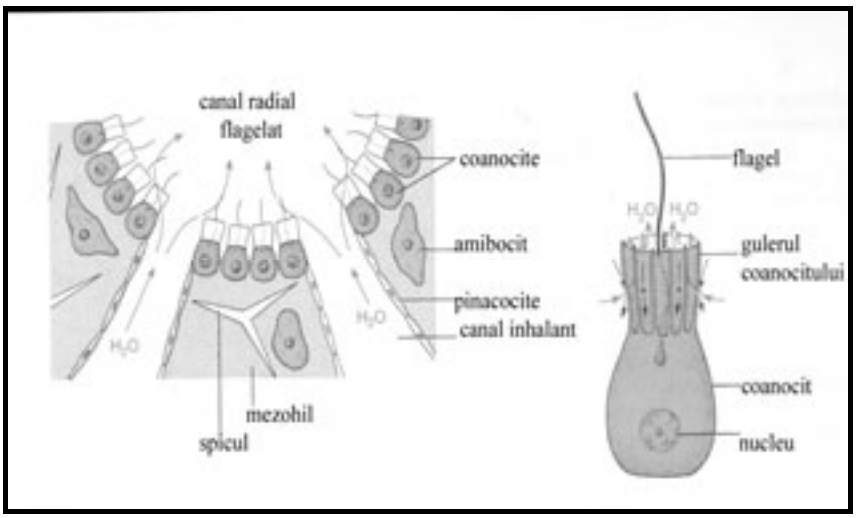


Figura 4.10. Tipuri de celule din structura peretelui corpului (după Hickman şi colab., 2004)

Scheletul are rol de susținere a corpului, împiedicând colapsul canalelor şi camerelor (Figura 4.11. a, b)

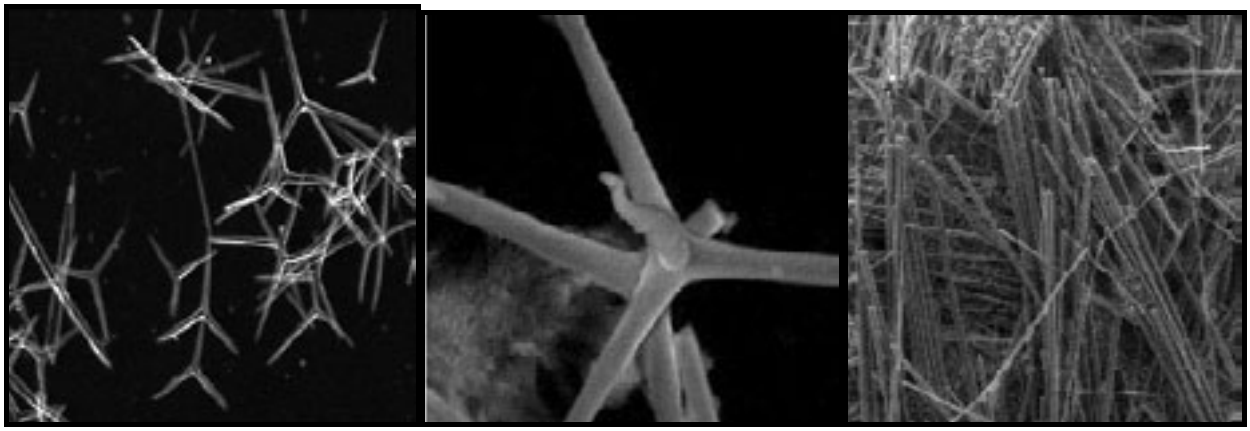


Figura 4.11. a Tipuri de spiculi scheletici

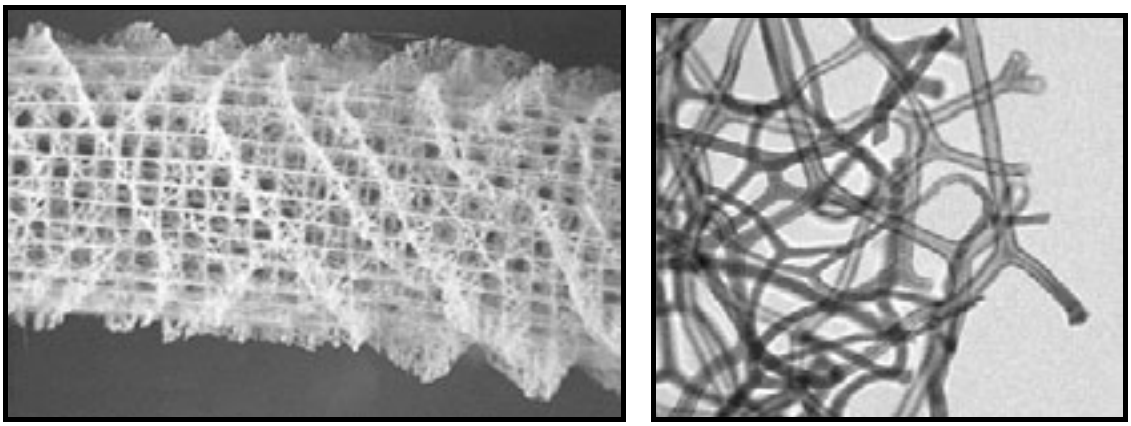


Figura 4.11. b Spiculi scheletici silicioşi (stânga) şi schelet format din fibre de spongină (dreapta)

Peretele corpului este organizat pe trei tipare structurale.

În ordinea creşterii complexității anatomice acestea sunt: **Ascon, Sycon, Leucon.**

- Spongierii organizați pe tipul **Ascon** sunt simpli, tubulari. Apa intră prin pori minusculi într-o cavitate denumită spongocel, căptuşită cu coanocite. Prin bătaia cililor apa este

antrenată în spongocel şi eliminată prin oscul. Exemplu: *Leucosolenia, Clathrina.*

- Spongierii cu organizare de tip **Sycon** s-au format din spongieri asconoizi cu care se aseamănă. Prezintă un corp tubular prevăzut cu un singur oscul, dar peretele corpului, mai gros şi mai complex, conține **tuburi radiare,** căptuşite cu coanocite, deschise în spongocel.

Spongocelul este căptuşit cu celule epiteliale (**pinacocite**). Apa intră prin ostii în canale inhalante deschise prin **prosopyl** în **tuburile radiale**. Particulele alimentare sunt preluate de către coanocite ai căror flageli forțează apa să pătrundă prin **apopyl** în spongocel, de unde se va elimina la exterior prin oscul. Aceşti spongieri nu formează de obicei colonii ramificate. Spongierii cu această organizare fac parte din clasa Calcarea şi Hexactinellida.

- Organizarea pe tipul **Leucon** este cea mai complexă şi a permis o creştere a dimensiunii corpului. Mănunchiuri de camere (**coşulețe vibratile**) căptuşite cu coanocite, sunt conectate la **canale inhalante** prin care este adusă apa cu particule alimentare şi oxigen şi la **canale exhalante,** prin care apa este eliminată. Majoritatea spongierilor încadrați în Clasa Calcarea au acest tip de organizare (Figura 4.12.).

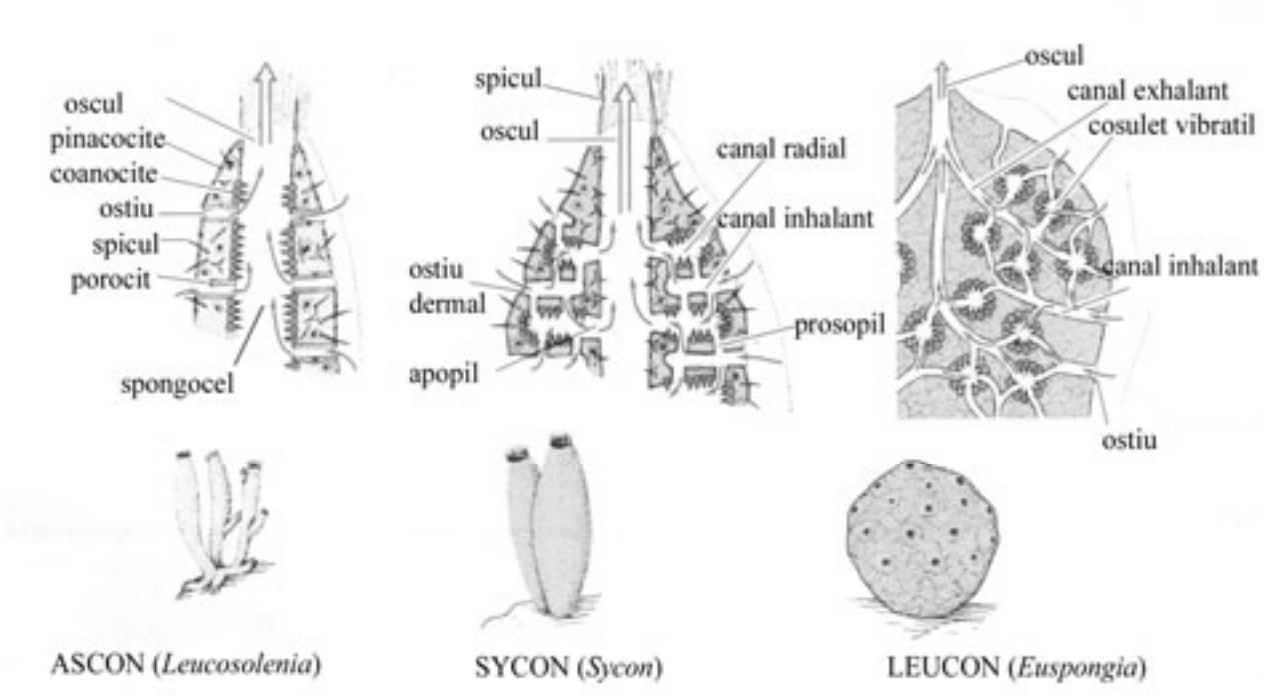


Figura. 4.12. Tipuri de structuri ale peretelui corpului
(după Hickman şi colab,1997)

Comparând aceste tipuri de organizare se observă **tendința de creştere a suprafeței stratului de coanocite,** în măsură să satisfacă cerințele alimentare sporite.

Corpul leuconoid a realizat o creştere a raportului suprafață/volum într-o colonie, a sporit eficiența schimbului de gaze şi a proliferat camerele flagelare pentru hrănire.

4.6.3. Funcții

Digestia este în întregime intracelulară.

Spongierii se hrănesc cu bacterii, alge microscopice, protiste, material organic în suspensie.

Digestia

Sunt considerați filtre ale mărilor, populații mari de spongieri jucând un rol important în reducerea turbidității apelor de coastă. Un singur spongier leuconoid cu un diametru de 1cm şi 10 cm înălțime poate filtra zilnic 20 l de apă.

Puține specii sunt carnivore.

Respirație şi excreție

Nu există organe respiratorii sau excretoare, ambele funcții realizându-se prin difuzie în celule individuale.

Au fost identificate vacuole contractile în arheocitele şi coanocitele spongierilor de apă dulce.

Sensibilitate

Singurul răspuns la acțiunea factorilor din mediu este alterarea uşoară a formei, deschiderea şi închiderea porilor inhalanți şi exhalanți.

Circulația apei prin anumiți spongieri este minimă la răsărit şi maximă înainte de apus pentru că lumina inhibă contracția porocitelor şi a altor celule care înconjoară ostiile, păstrând canalele inhalante deschise. Cel mai comun răspuns este închiderea osculilor.

Excitația se transmite de la o celulă la alta, putând fi influențată de substanțele din apă.

Reproducere

Spongierii se reproduc atât sexuat cât şi asexuat.

Reproducerea asexuată se realizează prin înmugurire şi regenerare care urmează fragmentării.

Mugurii externi, după ce au atins o anumită dimensiune, se detaşează de corpul generator şi plutesc formând noi spongieri. Pot să rămână pe corpul parental şi atunci generează colonii.

La spongierii de apă dulce (Familia Spongillidae) şi unii spongieri marini, se formează muguri interni sau **gemule.** Arheocitele se aglomerează în mezohil şi sunt înconjurate de un strat de spongină care conține spiculi silicioşi (**amfidiscuri**) în formă de haltere. În condiții nefavorabile spongierii mor, gemulele însă rezistă în timpul gerului sau secetei, asigurând supraviețuirea speciilor (Figura 4.13.).

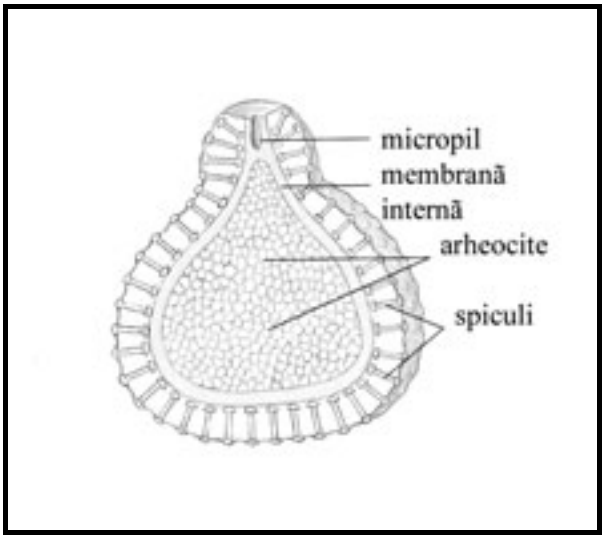


Fig.4.13. Structura gemulei spongilidelor
(după Hickman şi colab., 2004)

Când mediul redevine prielnic, arheocitele părăsesc gemula printr-un orificiu denumit **micropil** şi generează un nou spongier. Gemulele reprezintă o adaptare la fluctuația sezonieră a factorilor de mediu, permit colonizarea unor habitate noi, fiind transportate de apele curgătoare sau de animale.

Spongierii sunt animale hermafrodite. Spermatozoizii apar prin transformarea coanocitelor, care pierd gulerul şi flagelul şi parcurg etapele meiozei.

Ovulele spongierilor din Clasa Calcarea şi uneori din Clasa Demospongiae, se dezvoltă de asemenea din coanocite.

La anumite specii de demospongi, ovocitele se dezvoltă atât din arheocite cât şi din coanocite.

Spermatozoizii unui individ ajung în apă şi pătrund în corpul altui spongier. Coanocitele care fagocitează spermatozoidul se transformă în **"celule cărăuş"** şi transportă spermatozoizii în mezohil spre ovocite.

Majoritatea spongierilor sunt **vivipari**.

După fecundație zigotul este reținut în corpul spongierului şi hrănit din resursele nutritive parentale.

Alți spongieri sunt **ovipari,** atât ovocitele cât şi spermatozoizii eliminându-se în apă. Din zigot se dezvoltă o larvă, denumită **parenchimulă**, care înoată liber.

După fixarea şi transformarea larvei, celulele flagelate din stratul extern migrează în interior.

La spongierii din Clasa Calcarea şi unii spongieri din clasa Demospongiae se dezvoltă o **amfiblastulă** goală, cu celulele flagelate dispuse spre interior. Apoi are loc o inversiune a foițelor, încât capetele flagelate ale celulelor sunt orientate în afară. Celulele flagelate, **micromerele,** sunt plasate la un pol în timp ce **macromerele,** celulele neflagelate, la celălalt. Spre deosebire de embrionii altor metazoare, micromerele se invaginează şi sunt acoperite de macromere. Micromerele flagelate se transformă în coanocite, arheocite şi colencite ale unui nou spongier, iar din celulele neflagelate se formează pinacodermul şi sclerocitele. (Figura 4.14.).

Spongierii au o mare capacitate de refacere a zonelor lezate sau distruse, proces denumit **regenerare**.

Dacă un spongier este tăiat în fragmente mici sau dacă celulele sale sunt în întregime disociate dar există factori care favorizează formarea unor mici grupuri sau agregate, se pot dezvolta noi spongieri. Acest proces se numeşte **embriogeneză somatică** şi asigură reorganizarea completă a structurii şi funcțiilor celulelor implicate.

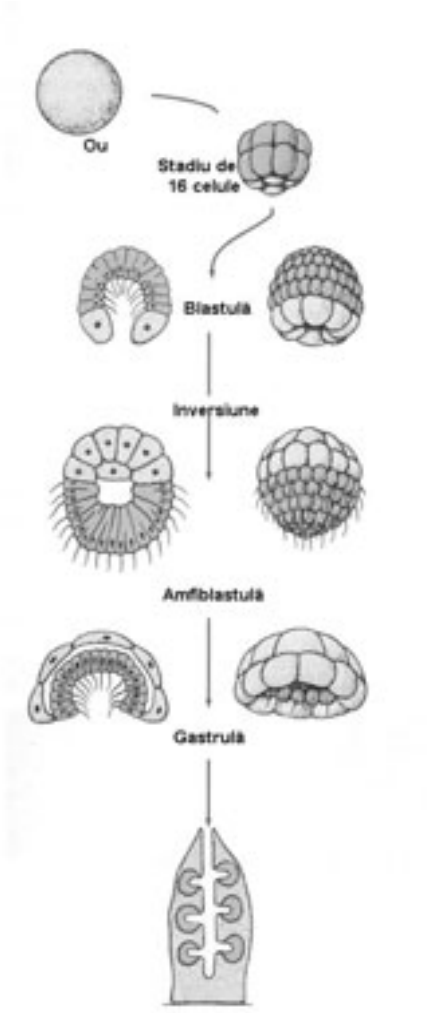


Figura. 4.14. Dezvoltarea demospongilor (dup Hickman şi colab. 2004)

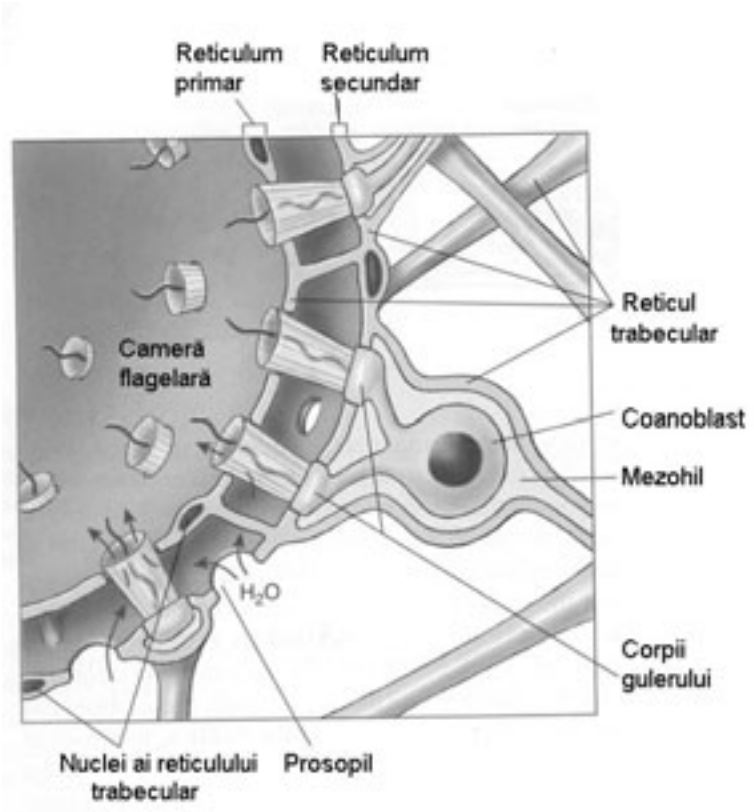


Figura 4.15. Sector al camerei flagelare la hexactinelide (după Hickman şi colab., 2004)

4.6.4. Clasificare

Cuprinde spongieri calcaroşi, prevăzuți cu spiculi monaxoni (cu o singură axă), tri- sau tetraxoni, constituiți din carbonat de calciu. Au de regulă dimensiuni reduse de 10 cm sau mai puțin şi aspect tubular sau de amforă.

4.6.4.1. Clasa Calcarea

Corpul lor este organizat pe tipul Ascon, Sycon, Leucon. Exemple:*Sycon,* spongier solitar care poate forma aglomerări prin înmugurire; *Leucosolenia,* spongier asconoid mic care formează colonii ramificate constituite dintr-o rețea de tuburi stolonifere orizontale; *Clathrina* spongier format din mici tuburi îngemănate.

4.6.4.2. Clasa Hexactinellida

Cei mai mulți reprezentanți ai acestei clase sunt marini, răspândiți la adâncimi mari.

Corpul lor în formă de vas sau pâlnie, măsurând între 7.5 cm –1.3 m lungime, este ataşat de substrat printr-o tijă de spiculi şi format, spre deosebire de alte clase de spongieri, dintr-un sincițiu continuu, denumit **reticul trabecular**. Până în prezent se consideră că este cel mai mare sincițiu continuu al metazoarelor.

Sincițiul bistratificat închide un mezohil subțire format din colagen, arheocite, sclerocite şi coanoblaste.

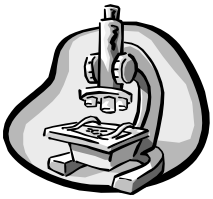
Coanoblastele sunt situate în camere flagelare, unde straturile reticului trabecular se separă într-un reticul primar şi unul secundar. Corpul coanoblastelor şi procesele lor, sunt generate de reticulul primar şi cufundate în mezohil. Fiecare corp al gulerului cu flagelul său se prelungeşte în camera flagelară printr-un orificiu la nivelul reticulului secundar. Apa este dirijată în spațiul dintre reticulul primar şi secundar prin prosopil, apoi trece în reticulul primar şi prin gulere ajunge în lumenul camerei flagelate. Corpii gulerului nu participă la fagocitoză. Exemple: *Euplectella* .(Figura. 4.15.).

4.4.4.3. Clasa Demospongiae

Conține peste 90 % dintre speciile actuale, inclusiv formele cele mai mari. Scheletul este format din spiculi silicioşi lipsiți de şase axe şi care pot fi legați prin spongină.

Toți reprezentanții au corpul structurat pe tipul Leucon, populează mediul marin, cu excepția Familiei Spongillidae, alcătuită din reprezentanți întâlniți în ape dulci, bine oxigenate, care acoperă diferite suporturi acvatice. La sfârşitul toamnei mor şi se dezintegrează, lăsând **gemule** implicate în refacerea populației. Aceşti spongieri se reproduc şi sexuat. Exemple: *Spongilla, Myenia, Spongia, Hippospongia* (ultimele două aparțin unui grup denumit spongieri cărnoşi, cu schelet de spongingă, lipsit în întregime de spiculi silicioşi).

Observă



Dacă locuieşti în apropierea unei bălți sau lac observă pe diferite suporturi acvatice buretele de apă dulce, *Spongilla lacustris,* specie colonială cu corpul perforat de numeroase orificii, care în timpul verii are culoare verde datorită simbiozei cu alge verzi din genul *Chlorella sp.*

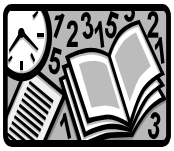
4.6.5. Filogenie

Spongierii formează un grup vechi de metazoare, cu origini în Cambrian.

În Devonian s-au dezvoltat rapid numeroşi spongieri silicioşi. Teoria conform căreia spongierii s-au format din coanoflagelate, protozoare care au avut flageli şi guler citoplasmatic, a câştigat teren. Oponenții acestei teorii au folosit drept argument apariția tardivă în dezvoltarea embrionară a gulerului citoplasmatic. Celulele externe ale larvei sunt flagelate, dar lipsite de gulerul citoplasmatic pe care nu-l dobândesc decât atunci când ajung în interior.

Astăzi există argumente moleculare furnizate de studiul secvențelor genelor ARN ribosomal care demonstrează că metazoarele şi coanoflagelatele sunt grupuri soră.

Spongierii şi Eumetazoarele sunt de asemenea sunt grupuri soră, însă poriferii s-au separat înaintea radiatelor şi placozoarelor cu toate că provin din acelaşi strămoş comun.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 102

TESTE DE AUTOEVALUARE

11. Alegeți varianta corectă. Care dintre următoarele aspecte nu sunt caracteristice tuturor animalelor
a) sunt multicelulare
b) au țesuturi, organe şi sisteme
c) sunt eucariote
d) ingeră hrana
e) sunt heterotrofe

12. Care sunt argumentele originii metazoarelor în flagelate de tip colonial? (Revedeți partea introductivă a acestui capitol şi filogenia spongierilor pentru a răspunde în maxim 50 de cuvinte).

13. Care dintre afirmații este corectă pentru spongieri?
a) au sistem circulator deschis
b) au corp segmentat
c) nu au țesuturi adevărate
d) hrana este digerată într-o cavitate gastrovasculară
e) sunt pseudocelomate

14. Alegeți una dintre variante, încât afirmația să fie corectă. Digestia spongierilor are loc în:
a) amibocite
b) oscul
c) cavitate gastrovasculară
d) spongocel
e) tract gastrointestinal

15. Alegeți varianta corectă. Spongierii sunt lipsiți de:
a) tract digestiv complet
b) sistem nervos
c) capacitate de a sintetiza compuşi organici din CO_2 şi apă
d) toate variantele de mai sus sunt corecte
e) nici o variantă

16. Alegeți varianta corectă. Spongierii se hrănesc prin:
a) filtrarea particulelor mici din apă
b) mărunțirea algelor şi bacteriilor din substrat dur
c) paralizarea crustaceilor cu ajutorul celulelor urzicătoare
d) absorbția nutrienților din intestinul gazdei lor

e) nici o variantă corectă
17. Alegeți varianta corectă. Care dintre următoarele aspecte sunt caracteristice poriferilor?
a) sistem circulator închis
b) cordon nervos ventral
c) larvă mobilă
d) digestie extracelulară
e) nici o variantă corectă
18. Alegeți varianta corectă. Scheletul intern al spongierilor este alcătuit din:
a) spiculi
b) os
c) cartilaj
d) metanefridii
e) nematociste
19.Trei sau patru dintre următoarele caracteristici se aplică în cazul spongierilor. Care aspect, dacă este unul, nu este adevărat?
a) au celule cu guleraş
b) sunt formați din două straturi de celule cu un strat gelatinos necelular între ele
c) au orificii sau pori în celule specializate prin care intră apa
d) în general nu prezintă simetrie
e) toate aspectele menționate sunt adevărate.

4.7. Rezumat

Reprezentanții filumului Mesozoa sunt animale simplu organizate care parazitează rinichii cefalopodelor şi alte grupe de nevertebrate. Au două straturi de celule neomologabile cu foițele embrionare ale metazoarelor evoluate.

Filumul Placozoa este reprezentat printr-o singură specie, formată din două straturi de celule, omologabile cu ectodermul şi endodermul.

Se presupune că sunt înrudite cu cnidarii.

Filumul Porifera este un grup de specii marine şi dulcicole cu corpul format din celule specializate, dar neorganizate în țesuturi şi organe.

Circulația apei prin corpul lor este asigurată de bătaia flagelilor coanocitelor de care depinde şi antrenarea particulelor alimentare şi schimbul de gaze. Corpul animalului este susținut de un schelet de colagen fibrilar, spongină, spiculi silicioşi şi calcaroşi sau o combinație de spiculi şi spongină. Spongierii se reproduc asexuat prin înmugurire, fragmentare sau gemule. Multe specii au sexe separate şi produc asincron spermatozoizi şi ovocite. Embriogeneza neobişnuită constă în migrarea celulelor flagelate de la suprafață spre interior sau producerea unei amfiblastule însoțită de inversiunea şi de creşterea macromerelor peste micromere.

Au mare putere de regenerare. Sunt grup soră cu Eumetazoa .

4.8. Răspunsuri la testele de autoevaluare

1) animalele sunt organisme eucariote, pluricelulare, mobile, care se hrănesc prin ingestie şi se reproduc sexuat; 2) a; 3)d; 4) b; 5) c; 6) b; 7) d; 8) b; 9) c; 10) vezi p 89-90; 11) b; 12) asemănarea celulelor flagelate cu coanocitele; 13) c; 14) a; 15) d; 16) a; 17) c; 18) a; 19) e.

4.9. Instrucțiuni generale de evaluare

Criterii de evaluare: tutorele va aprecia în lucrarea de verificare a cursanților capacitatea de sinteză a informației, capacitatea de aplicare a cunoştinţelor în contexte noi, însuşirea criteriilor morfologice folosite în identificarea taxonilor studiați, coerența şi logica răspunsurilor, corectitudinea cu care au fost însuşite definițiile, folosirea corectă a termenilor noi, argumentarea logică a teoriilor învățate, aplicarea cunoştinţelor legate de biologia grupului studiat.

Pentru a obține un punctaj favorabil la lucrarea de verificare vă recomand să parcurgeți atent conținutul testelor de autoevaluare şi să verificați corectitudinea cu care ați răspuns la toate sarcinile de lucru.

Exercițiile cuprinse în lucrarea de verificare au punctaj egal. În cazul în care obțineți la lucrarea de verificare un scor mai mic de 50 de puncte va trebui să revedeți conținutul unității de învățare şi să refaceți lucrarea de verificare.

Rezultatul testului:

_____Numărul răspunsurilor corecte ÷16 =____x100=_____puncte

Punctajul maxim 100 puncte.

Ponderea lucrării de verificare este de 3,33% din evaluarea finală.

4.10. Lucrare de verificare 4

V.4.1. Animalele au evoluat din protiste coloniale. Prin ce se deosebesc animalele de aceşti strămoşi. Alegeți varianta corectă

a) protistele au fost procariote
b) animalele au celule mai specializate
c) protistele erau heterotrofe
d) protistele erau autotrofe
e) animalele erau capabile să se reproducă

V.4.2. Alegeți varianta corectă

Spre deosebire de alte animale, spongierii

a) sunt unicelulari
b) prezintă pereți celulari
c) sunt lipsiți de țesuturi adevărate
d) prezintă simetrie bilaterală
e) sunt procariote

V.4.3. Ce tendință ați sesizat în evoluția stratului gastric al spongierilor?

(Răspundeți în maximum 30 de cuvinte).

V.4.4. Explicați într-o frază semnificația expresiei “celulă totipotentă“.

V.4.5. Definiți metameria.

V.4.6. Simetria este una dintre caracteristicile de bază ale animalelor. Care dintre filumurile amintite are o altă simetrie? Alegeți varianta corectă

a) Arthropoda
b) Chordata
c) Mollusca
d) Porifera
e) Annelida

V.4.7. Alegeți varianta corectă

Cefalizarea se datorează existenței :

a) simetriei bilaterale
b) unei părți drepte şi stângi a corpului
c) unui capăt anterior
d) suprafeței dorsale şi ventrale
e) ectodermului

V.4.8. Înlocuiți spațiul cu una dintre variantele de mai jos. Animalele cu simetrie bilaterală au _____foițe embrionare:

a) una
b) două
c) trei
d) patru
e) cinci

V.4.9. Alegeți una dintre combinațiile de mai jos încât afirmația să fie corectă

Din ectoderm se formează_____din mezoderm se formează____ endodermul formează_____

a) muşchi….epiderma animalului….sistemului nervos central
b) epiteliul tractului digestiv…..muşchi…..epiderma animalului
c) sistemul nervos central……epiderma animalului……epiderma tubului digestiv
d) muşchi…..epiderma……..epiteliul tractului digestiv
e) sistem nervos central……muşchi…..epiteliul digestiv

V.4.10. Enumerați opt caractere ale spongierilor.

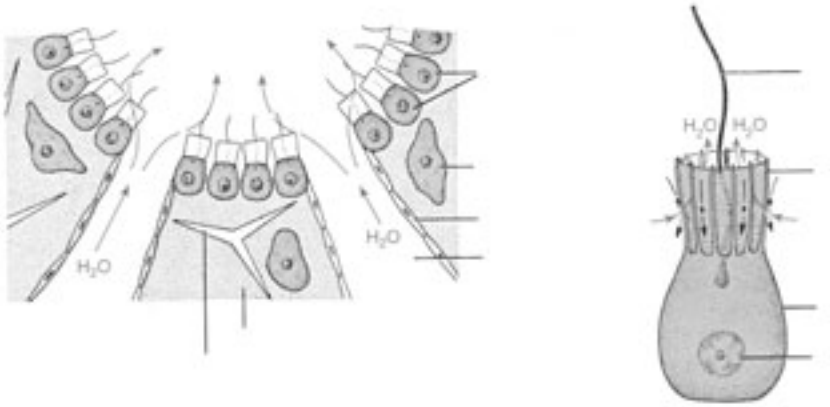
V.4.11. Ce tip de organizare considerați că este mai eficient şi permite creşterea dimensiunii corpului?

V.4.12. Definiți în câte o propoziție următoarele noțiuni: ostiu, spongocel, apopil, prosopil.

V.4.13. Ce criterii morfologice se folosesc în clasificarea spongierilor?

V.4.14. Care sunt argumentele care susțin ipoteza originii metazoarelor în flagelate de tip colonial ? (Răspundeți în maxim 150 de cuvinte).

V.4.15. Recunoaşteți structura reprezentată de desenul următor şi completați legenda



V.4.16. Completați spațiile libere cu noțiunile corecte:
Spongierii sunt singurele animale care au nivel___a___ de organizare. Corpul lor este perforat de numeroşi___b_____. Bătaia flagelilor ___c___ creează curenți de apă. Apa părăseşte corpul spongierului prin___d___. Particulele alimentare aduse de apă sunt digerate în vacuole digestive şi ___e___. Digestia este exclusiv ___f___.

4.11. Cuvinte cheie

amfiblastulă, amfidiscuri, apopyl, arhenteron, arheocite, blastoderm, blastulă, coanocite, coşuleț vibratil, embolie, endoderm, embriogeneză, somatică, epibolie, fertilizare, gastrulă, gemulă, lofofor, macromere, mezoderm, mezohil, micromere, miocite, ostiu, osculi, parenchimulă, pinacocit, pinacoderm, prosopyl, pseudocelom, sclerocit, segmentare, spongocel, tub radiar, zigot.

4.12. Bibliografie

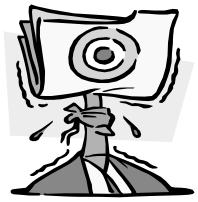
1. Bergquist, P.R., 1978. Sponges. Berkeley, University of California Press. Wainright.
2. Firă, V., Năstăsescu, M., (1977): Zoologia nevertebratelor E.D.P, 61-78.
3. Firă V., Suciu, M., Năstăsescu, M., (1974): Zoologia nevertebratelor. Manual de lucrări practice partea I-a T.U.B.
4. Hickman, C.P., Roberts, L.S., Larson, A., l'Anson, H., 2004. Integrated Principles of Zoology. Mc Graw-Hill. Mesozoa, Parazoa, 234-246.
5. Hinkle, P.O. Sogin G., Sticke, M.I., S.K., 1993. Monophyletic origins of the Metazoa: an evolutionary link with Fungi. Science, 260, 340-342.
6. Năstăsescu, M., Suciu, M., (1989): Zoologia nevertebratelor, Lucrări practice, partea I-a, T.U.B, 74-83.
7. Tesio C., (1997): Elemente de zoologie. Editura Universității Bucureşti, 38-43.
8. www.mhhe.com/zoology ,Web Links:Mesozoa and Parazoa, Phylum Placozoa, Phylum Porifera.

Unitatea de învățare 5
RADIATA DIPLOBLASTICA

Cuprins

Obiective 105
5.1. Phylum Cnidaria 106
5.1.1. Caractere generale 106
5.1.2. Morfologie 106
5.1.3. Clasificare 109
5.1.3.1. Clasa Hydrozoa 109
5.1.3.2. Clasa Scyphozoa 115
5.1.3.3. Clasa Cubozoa 118
5.1.3.4. Clasa Anthozoa 119
5.2. Phylum Ctenophora 127
5.2.1. Caractere generale 127
5.2.2. Morfologie 127
5.2.3. Clasificare 129
5.2.3.1. Clasa Tentaculata 129
5.2.3.2. Clasa Nuda 129
5.3. Filogenie 130
5.4. Rezumat 131
5.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare 132
5.6. Instrucțiuni de evaluare 132
5.7. Lucrarea de verificare 5 133
5.8. Cuvinte cheie 134
5.9. Bibliografie 135

Obiective



Obiective generale

- **Descoperă caracterele de superioritate ale planului de organizare al cnidarilor comparativ cu cel al spongierilor.**

Obiective specifice

La sfârşitul unității de învățare cursanții:

1. **Recunosc tipurile ce celule din structura ectodermului, endodermului şi mezogleei.**
2. **Corelează structurile anatomice cu funcțiile pe care acestea le îndeplinesc.**
3. **Explică avantajele polimorfismului cnidarilor.**
4. **Identifică speciile ocrotite de cnidari şi condițiile lor de viață.**
5. **Folosesc criteriile morfologice în recunoaşterea speciilor din clasele filumului Cnidaria.**
6. **Recunosc cnidarii din fauna țării.**

5.1. Phylum Cnidaria

5.1.1. Caractere generale

(Gr. *knide,* urzică+L.*aria*, asemănător sau legat de).

Filumul inventariază peste 9000 de specii şi a primit această denumire datorită unor celule caracteristice specializate, **cnidocite,** care conțin organite, denumite **nematociste.**

Sunt răspândite în ape marine în general calde, puțin adânci din zonele tropicale. Nu se cunosc specii terestre.

Dintre cnidari, hidrozoarele coloniale se ataşează de cochiliile moluştelor şi de pietre, meduzele trăiesc în lacuri sau mări deschise, departe de țărm, unii ctenofori, moluşte, viermi plați consumă hidrozoare folosindu-le nematocistele pentru propria apărare.

Uneori trăiesc în relații de simbioză cu alte animale, adesea în postură de comensali pe cochilie sau altă suprafață a gazdei lor. Anumite specii de hidrozoare şi de anemone de mare trăiesc pe cochilii de gasteropode locuite de paguri, asigurându-le acestora protecție.

Algele unicelulare stabilesc frecvent o relație de mutualism cu cnidarii. Prezența algelor în corpul coralilor, care constituie recife limitează răspândirea coralilor la apele puțin adânci, limpezi, cu lumină suficientă, condiții care satisfac necesitățile lor fotosintetice. Aceste tipuri de corali sunt componente esențiale ale recifelor coraliere, habitate importante ale apelor tropicale care furnizează cantități substanțiale de hrană şi reprezintă o atracție turistică.

5.1.2. Morfologie

Cnidarii trec în general prin două stadii:

- **Polip,** asexuat şi adaptat la viața sedentară
- **meduză,** sexuată, liberă care pluteşte sau înoată.

Deşi par foarte deosebite, ambele prezintă un corp saciform al cărui perete este alcătuit din trei straturi. Stratul intermediar, **mezogeea,** este mai puternic dezvoltat la meduze decât la polipi, asigurând flotabilitatea.

Polipii se fixează de substrat printr-un **disc pedios**. Corpul tubular este prevăzut la un capăt cu un orificiu buco-anal înconjurat de tentacule.

Trăiesc izolat sau în colonii. Coloniile unor specii sunt formate din indivizi diferiți din punct de vedere morfologic, fiecare specializat pentru o anumită funcție: hrănire, reproducere, apărare.

Meduzele în formă de umbrelă sau clopot, au simetrie tetraradiară şi înoată libere. Orificiul buco-anal este plasat pe fața concavă (subumbrelară), în timp ce tentaculele se întind la marginea umbrelei (Figura. 5.1.).

Speciile încadrate în Clasa Anthozoa (coralii) se află doar în stadiul de polip, în timp ce speciile clasei Scyphozoa prezintă atât stadiu de polip cât şi de meduză, aceasta fiind dominantă.

Hidrozoarele coloniale au în ciclul lor de dezvoltare stadiul de polip dar şi de meduză, ceea ce oferă avantajul hrănirii şi distribuției în medii pelagice şi bentonice. Frecvent, printre hidrozoarele coloniale, apare polimorfismul, constând în diferențierea mai multor tipuri de indivizi.

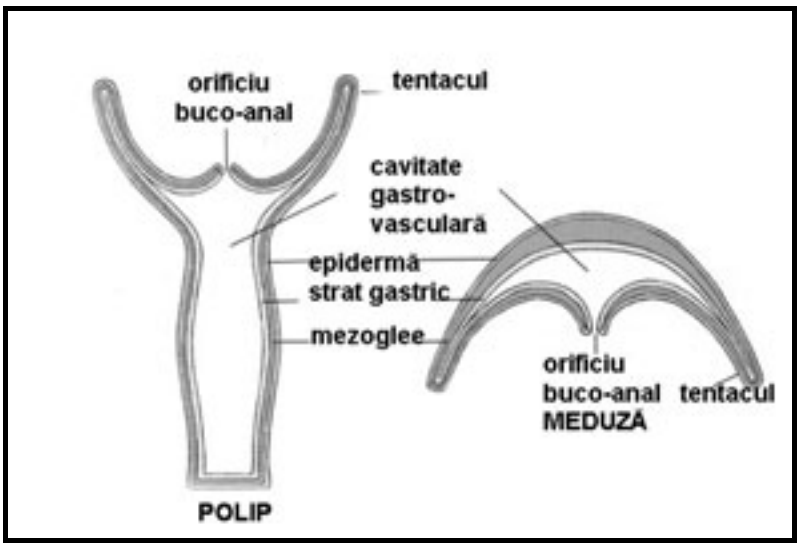


Figura 5.1. Cnidari- Stadiul de polip şi meduză (după Miller-Harley, 2005)

Nematocistele, structurile cele mai caracteristice, apar în peste 20 de tipuri, fiind importante în determinările taxonomice.

Sunt capsule de material asemănător chitinei, prevăzute cu un filament urticant, spiralat acoperit de spini. Filamentul se află în prelungirea capătului îngust al capsulei, acoperit de un opercul.

Celulele care adăpostesc şi secretă nematociste se numesc **cnidocite**. Cu excepția antozoarelor, cnidocitele sunt echipate cu un **cnidocil,** provenit prin modificarea unui cil. (Figura. 5.2.)

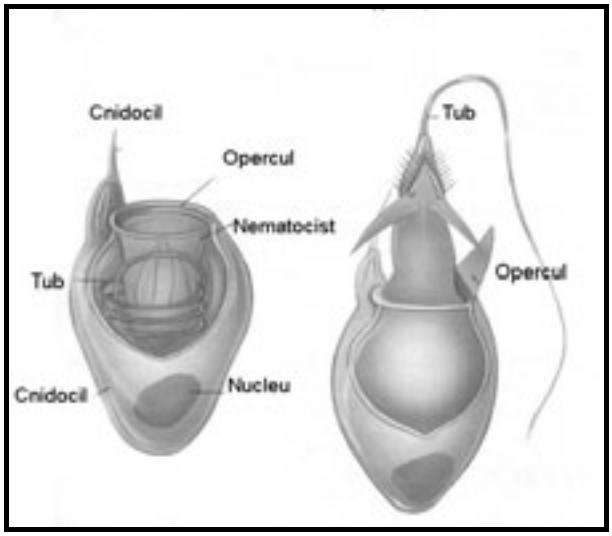


Figura. 5.2. Structura nematocistului (după Miller-Harley, 2005)

Cnidocitele antozoarelor au diferiți mecanoreceptori ciliari, sensibili la stimuli tactili, care odată excitați determină descărcarea nematocistului).

Cnidocitele se formează în invaginări ale celulelor ectodermului şi uneori în celulele gastrodermului. Sunt mai abundente pe tentacule. După ce se descarcă nematocistul, cnidocitul respectiv se resoarbe şi altul nou îi ia locul. Nu toate tipurile de nematociste sunt prevăzute cu

țepi şi nici nu injectează substanțele toxice în corpul prăzii: unele nu penetrează prada, ci o înconjoară rapid, ca un bici, după ce se descarcă, reținând şi fărâmițând orice parte a prăzii prinsă în buclă. În mod obişnuit nematocistele nu se descarcă în timpul capturării prăzii. Descărcarea se datorează unei combinații de forțe tensionale generate în cursul formării nematocistului şi unei presiuni osmotice uimitor de ridicate în nematocist, 140 atm.

Când nematocistul este stimulat să se descarce, presiunea osmotică ridicată, face ca apa să năvălească în capsulă. Operculul se deschide şi presiunea hidrostatică crescută din capsulă forțează devaginarea filamentului cu mare forță. La capătul filamentului, spinii proemină în afară ca nişte lame.

Această armă minusculă dar redutabilă inoculează toxine când penetrează prada. Nematocistele cnidarilor nu sunt periculoase pentru om, ci mai curând supărătoare. Cu toate acestea, toxinele produse de corabia portugheză, *Physalia physalis* şi de anumite specii de meduze sunt dureroase şi uneori periculoase.

Sistemul nervos

Sistemul nervos al cnidarilor este **difuz**, celulele nervoase formează un plex situat atât la baza epidermului cât şi a stratului gastric, constituind două rețele nervoase interconectate. Prelungirile nervoase formează **sinapse** cu alte celule nervoase sau **joncțiuni,** cu celulele senzoriale sau cu organele efectoare (nematociste sau celule epitelio-musculare).

Impulsurile nervoase se transmit de la o celulă la alta prin eliberarea unui neurotransmițător din vezicule mici pe o parte a sinapsei sau joncțiunii.

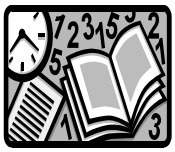
La animalele superioare **transmiterea unidirecțională** între celulele nervoase este asigurată prin eliberarea veziculelor cu neurotransmițători numai pe o parte a sinapsei. Totuşi rețelele nervoase ale cnidarilor sunt deosebite prin faptul că în multe sinapse, veziculele de neurotransmițător se eliberează pe ambele părți, ceea ce permite transmiterea impulsului în ambele direcții (**transmitere bidirecțională**).

O altă particularitate a nervilor cnidarilor o reprezintă absența unui material izolator, **mielina**, de pe axoni. Nu există grupări concentrate de celule nervoase care să sugereze un sistem nervos central. Cu toate acestea, nervii sunt grupați în inele nervoase la hidromeduze şi în organele de simț marginale la scifomeduze.

La unele specii de cnidari rețelele nervoase formează 2 sau mai multe sisteme: la scifozoare există un **sistem rapid** de conducere, care coordonează mişcările de înot şi un **sistem lent** care coordonează mişcările tentaculelor.

Este improbabil ca un animal cu simetrie radiară să aibă un sistem nervos central cu un creier. Stimulii acționează în mod egal din toate direcțiile şi nu există un control riguros asupra direcției de apropiere de un organism pradă. Celulele nervoase ale rețelei formează sinapse cu celule senzoriale, care recepționează stimuli din mediu, şi joncțiuni cu celulele epitelio-musculare sau cu nematocistele. Împreună, fibrele contractile ale celulelor epitelio-musculare, rețeaua celulelor nervoase şi senzoriale formează **sistemul neuromuscular**, un reper important în evoluția sistemului nervos.

Rețeaua nervoasă a apărut de timpuriu în evoluția metazoarelor şi nu a fost niciodată pierdută complet. Anelidele o păstrează în structura sistemului digestiv. În sistemul digestiv uman este reprezentată prin plexuri nervoase în musculatură. Mişcările peristaltice ritmice ale stomacului şi intestinului sunt coordonate de această parte a rețelei nervoase a cnidarilor.



TEST DE AUTOEVALUARE

1. **Ce aspect structural a inspirat numele acordat acestui filum?**
2. **Din ce componente sunt alcătuite nematocistele?**
3. **Prin ce se deosebeşte nivelul de organizare al cnidarilor de cel al spongierilor?**
4. **Comparați stadiul de polip cu cel de meduză.**

Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 132

5.1.3. Clasificare

Majoritatea hidrozoarelor sunt forme marine şi coloniale. Ciclul de viață cuprinde atât stadiul de polip, asexuat şi fixat de substrat, cât şi pe cel de meduză, mobilă şi sexuată.

5.1.3.1. Clasa Hydrozoa

Unele specii, cum este hidra de apă dulce nu prezintă stadiul de meduză. Se cunosc şi specii de hidrozoare marine care nu au meduze libere sau hidrozoare care apar doar în stadiul de meduză şi nu prezintă stadiul de polip.

Hidrozoarele se deosebesc de ceilalți cnidari prin următoarele particularități:
1. nematocistele sunt situate doar în epidermă
2. gameții sunt epidermici şi se elimină mai mult în exterior decât în cavitatea gastrovasculară
3. mezogleea este acelulară

Morfologie

Hidra de apă dulce este un polip solitar şi unul dintre puținii cnidari de apă dulce. Trăieşte pe frunzele plantelor acvatice, din ape reci, curate. Măsoară 25-30 mm sau se poate contracta într-o masă gelatinoasă. Se fixează de substrat cu un **disc pedal**, prevăzut cu celule glandulare, care permit hidrei să adere la substrat şi de asemenea să secrete o bulă de gaz pentru plutit.

În centrul discului există un por excretor. Orificiul buco-anal se deschide pe o proeminență conică, **hipostom,** înconjurată de 6-10 tentacule care se pot prelungi, când animalul este flămând.

Orificiul buco-anal se deschide în cavitatea gastro-vasculară (**celenteron**) care comunică cu cavitățile din tentacule. La unii indivizi, pe părțile laterale, se proiectează muguri, fiecare prevăzut cu gură şi tentacule. Atunci când sunt prezente, ovarele şi testiculele apar ca proiecții rotunjite pe suprafața corpului (Figura 5.3.).

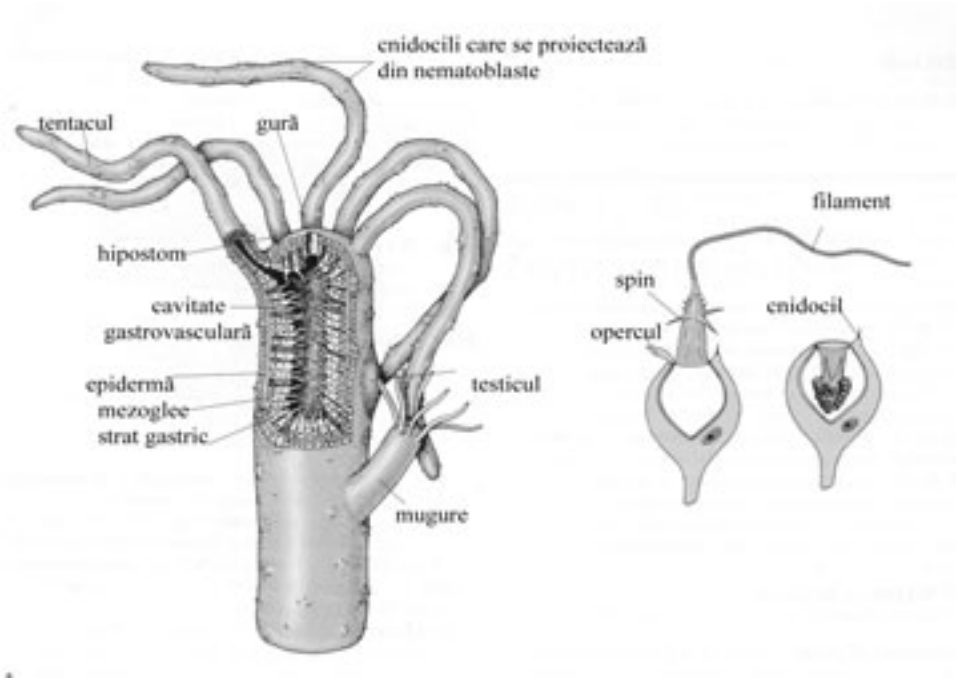


Figura 5.3. *Hydra viridis* (după Hickman şi colab, 1997)

Peretele corpului înconjoară cavitatea gastro-vasculară şi este alcătuit dintr-o **epidermă externă** (ectodermică), **strat gastric** (endodermic), **mezoglee** (situată între cele două straturi)

A. În structura **epidermei** identificăm următoarele tipuri de celule:

1.Celule epitelio-musculare care formează cea mai mare parte a epidermei. Acestea au rol de acoperire şi contracție musculară. Bazele acestor celule sunt lărgite paralel față de tentacule sau axa corpului şi conțin miofibrile, care formează un strat muscular longitudinal lângă mezoglee. Contracția acestor fibre scurtează corpul şi tentaculele.

2. Celule interstițiale sau celule stem, totipotente, nediferențiate, situate printre bazele celulelor epitelio-musculare. Prin diferențiere, celulele interstițiale se pot transforma în: cnidoblaste, celule sexuale, muguri, celule nervoase.

3. Celulele glandulare înalte sunt situate în jurul discului pedal şi al gurii. Ele au un rol secretor, elaborând substanțe adezive pentru fixare şi uneori o bulă de gaz pentru plutit.

4. Cnidocitele conțin nematociste şi apar în toată epiderma.
S-au descris trei tipuri de **nematociste**:

- **penetrante**, care pătrund în corpul prăzii în care introduc otrava
- **volvente,** care se înfăşoară în jurul prăzii
- **glutinante** secretă o substanță adezivă, folosită în locomoție şi fixare.

5. Celulele senzoriale sunt împrăştiate printre celulele epidermei şi se concentrează în jurul gurii, tentaculelor şi pe discul bazal. Capătul liber al fiecărei celule prezintă un flagel,

reprezentând receptorul pentru stimuli chimici şi tactili. Celălalt capăt se ramifică în procese fine care realizează sinapse cu celulele nervoase. Celulele nervoase ale epidermei sunt multipolare (cu numeroase procese) cu toate că la cnidarii mai evoluați, celulele pot fi şi bipolare (cu două procese). Axonii formează sinapse cu celulele senzoriale şi cu alte celule nervoase şi joncțiuni cu celulele epitelio-musculare şi cnidocite. S-au descris atât sinapse morfologic asimetrice, unidirecționale, cât şi sinapse bidirecționale cu alte celule nervoase.

B Stratul gastric (gastrodermis) provine din endoderm, căptuşeşte cavitatea gastrovasculară, fiind format din celule epiteliale mari, ciliate, columnare cu baza aplatizată, neregulată. Trei tipuri de celule formează stratul gastric:

1. Celulele nutritiv-musculare înalte, columnare au bazele lărgite lateral, sunt prevăzute cu miofibrile şi orientate perpendicular pe axa corpului sau tentaculelor. Acest tip de celule formează un strat muscular circular slab dezvoltat.

Creşterea longitudinală a corpului şi a tentaculelor se realizează prin creşterea volumului de apă din cavitatea gastrovasculară. Apa este antrenată prin bătaia cililor celulelor nutritiv-musculare în cavitatea gastrovasculară, unde funcționează ca un **schelet hidrostatic**.

Cei doi cili de la capătul liber al fiecărei celule asigură circulația hranei şi a fluidelor din cavitatea digestivă. Celulele conțin un număr mare de vacuole digestive. La *Chlorohydra sp.* (hidrele verzi) celulele gastrodermului, adăpostesc alge verzi (zooclorele din Phylum Chlorophyta). Între cele două specii se creează o relație de mutualism simbiotic în care alga foloseşte corpul hidrei drept adăpost dar şi CO_2 produs de aceasta pentru a sintetiza compuşi organici.

2. Celule interstițiale sunt răspândite printre bazele celulelor nutritiv-musculare şi se pot transforma în alte tipuri de celule când necesitățile o cer.

3. Celulele glandulare din hipostom şi tulpină secretă enzime digestive. În mod deosebit, celulele glandulare formează glandele mucoase din jurul gurii şi ajută la ingestie.
Nematocistele nu au fost identificate în gastroderm pentru că din acest strat lipsesc cnidocitele.

Mezogleea este situată între epidermă şi stratul gastric, fiind ataşată de amândouă. De consistență gelatinoasă, mezogleea primeşte prelungiri ale celulelor din ambele straturi şi apare ca un strat continuu prelungit atât în corp cât şi în tentacule (mai groasă în tulpină şi mai subțire în tentacule). O astfel de structură permite regiunii pedale să se opună tensiunii mecanice şi să dea tentaculelor mai multă flexibilitate. Mezogleea ajută la susținerea corpului şi acționează ca un schelet elastic. (Fig.5.4.)

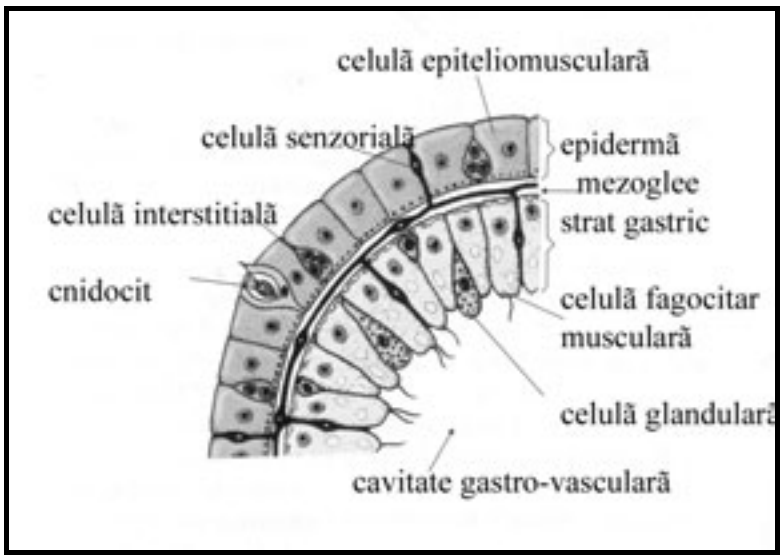


Figura 5.4. Secțiune transversală prin peretele corpului la *Hydra viridis* (după Hickman şi colab., 2004)

Funcții

Locomoția

Spre deosebire de polipii coloniali care sunt permanent ataşați, hidrele se pot mişca libere, alunecând pe discul pedal cu ajutorul secrețiilor mucoase. Folosind deplasarea tip "măsurare cu cotul" se îndoaie şi îşi ataşează tentaculele de substrat sau se rostogolesc.

Pot să se detaşeze şi să plutească la suprafață, formând o bulă de gaz pe discul bazal.

Hrănire şi digestie

Hidrozoarele consumă crustacei, larve de insecte şi anelide. Îşi aşteaptă prada cu tentaculele alungite. Organismele care se ating de tentacule sunt străpunse de lamele nematocistelor. Tentaculele se mişcă spre gura care se dilată lent. Încărcată cu secrții mucoase, gura alunecă în jurul prăzii, înglobând-o total. Activatorul care induce deschiderea gurii este **glutationul redus**, identificat într-o anumită măsură în toate celulele vii. Glutationul se elimină din corpul prăzii prin rănile provocate de nematociste. Ar fi de reținut că doar animalele care eliberează suficient glutation, activator al răspunsului de hrănire, sunt consumate de hidră. Acest mecanism explică modul în care hidra face deosebirea dintre Daphnia, care eliberează glutation şi alte forme incapabile să producă această moleculă. Dacă plasăm glutationul în apa cu hidre, fiecare hidră se va deplasa, prin mişcări de hrănire, chiar dacă prada nu este prezentă.

În cavitatea gastrovasculară, celulele glandulare descarcă enzime pe pradă. Digestia începe în cavitatea gastrovasculară (**digestie extracelulară**) dar numeroase particule sunt atrase prin pseudopode în celulele nutritive musculare ale stratului gastric, unde are loc **digestia intracelulară**. Celulele amiboide transportă particulele nedigerate în cavitatea gastrovasculară, unde sunt eliminate şi alte deşeuri.

Reproducere

Hidrele se reproduc sexuat şi asexuat.

Reproducerea asexuată se desfăşoară prin **înmugurire**, ca urmare a apariției unor evaginări ale peretelui corpului, denumite **muguri**, din care se dezvoltă ulterior hidre tinere. Acestea se detaşează după o perioadă de timp de polipul generator.Gonadele

temporare apar toamna, stimulate de temperaturile scăzute şi de aerația redusă a apelor stagnante. Ambele tipuri de gonade se formează prin mitoza anumitor celule epidermale, denumite celule interstițiale. Ovulele se maturează sincron şi sunt fecundate de spermatozoizii eliminați în apă.

Zigotul se segmentează şi formează o blastulă. Partea internă a blastulei delaminează pentru a diferenția endodermul, mezogleea este depusă între ectoderm şi endoderm. Înainte de a se desprinde de părinte, în jurul embrionului se formează un chist care permite supraviețuirea în cursul iernii. Hidrele tinere apar primăvara când condițiile de viață devin favorabile. (Figura. 5.5.).

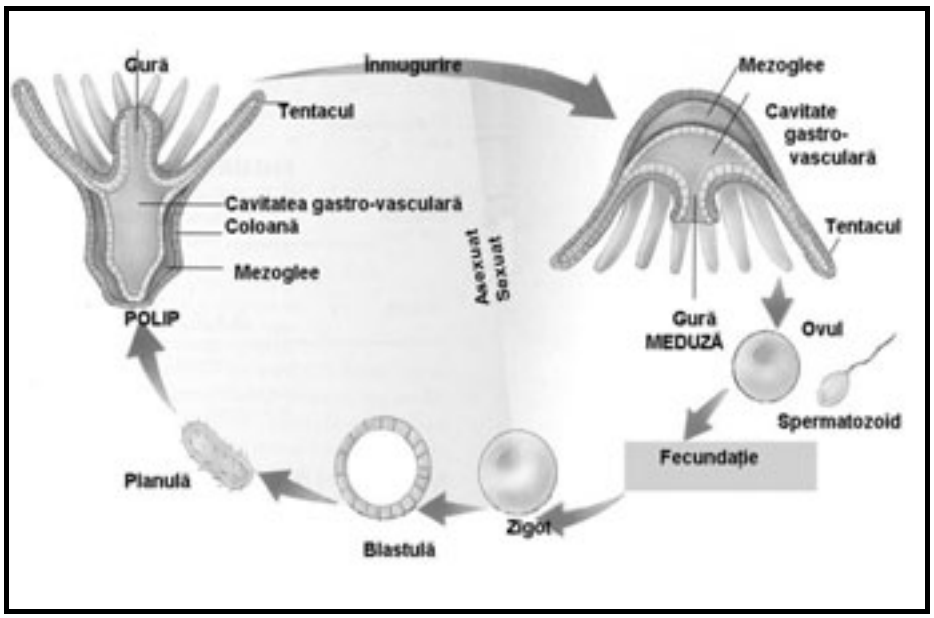


Figura. 5.5. Etapele reproducerii cnidarilor (după Miller-Harley, 2005)

Hidrozoare coloniale

Hidrozoarele coloniale se ataşează de substrat printr-un stolon, denumit **hydrorhiză,** din care se desprind una sau mai multe ramuri, **hidrocauli**. Partea vie celulară a hidrocaulilor este un **cenosarc** tubular alcătuit din trei straturi care înconjoară cavitatea gastro-vasculară.

Învelişul protector al hidrocaulului este un strat chitinos, **perisarc.** Pe hidrocauli se fixează polipi individuali (zoizi).

Majoritatea zoizilor sunt polipi hrănitori denumiți **hidranți** sau **gastrozoizi**. Aceştia pot fi tubulari, în formă de sticlă sau cupă, dar toți au o gură terminală şi o coroană de tentacule.

La formele tecate (*Obelia*) perisarcul se continuă, în jurul polipului, în care acesta se poate retrage pentru protecție.

La formele atecate polipul este nud. La unele forme perisarcul este un film subțire, discret.

Hidranții capturează şi ingeră prada reprezentată de crustacei mici, viermi, şi larve, asigurând nutriția pentru întreaga colonie.

Prada este digerată parțial în cavitatea gastrovasculară cu ajutorul enzimelor (digestia extracelulară sau intracavitară) apoi particulele alimentare sunt preluate de celulele stratului gastric şi prelucrate în vacuolele digestive.

Circulația în cavitatea gastrovasculară este o funcție a stratului gastric, dar este susținută şi de contracțiile ritmice şi pulsațiile corpului care au loc la hidrozoare.

Hidrozoarele coloniale se înmulțesc prin **înmugurire**, sporind dimensiunea coloniei. În acest mod apar noi polipi hrănitori sau muguri meduzari. La *Obelia*, mugurele meduzar al polipului reproductiv, se numeşte **gonangium** şi generează, prin înmugurire, meduze.

Meduzele tinere părăsesc colonia, ca indivizi liberi, înotători, care se maturează şi produc gameți. La anumite specii, meduzele rămân ataşate pe colonie în care îşi elimină gameții. Alte specii nu formează meduze, gameții fiind produşi de gonofori de ambele sexe.

Embrionarea zigotului conduce la formarea unei planule ciliate care înoată o perioadă. Apoi se fixează pe substrat pentru a se transforma într-un polip care, prin înmugurire, formează o nouă colonie, încheind ciclul de dezvoltare.

Hidromeduzele sunt mai mici decât scifomeduzele, măsurând de la 2-3 mm până la câțiva centimetri. Marginea umbrelei proiectează spre interior un **velum,** care închide parțial fața subumbrelară şi este necesar pentru înot. Pulsațiile alternative care umplu şi golesc umbrela, propulsează animalul înainte. Tentaculele de pe marginea umbrelei conțin nematociste. Gura se deschide la capătul **manubriumului** se continuă cu stomacul, din care se desprind patru canale radiare. Acestea asigură legătura stomacului cu canalul circular marginal şi cu tentaculele goale. Întregul sistem de canale este căptuşit cu un strat de celule gastrice. Se hrănesc într-un mod asemănător cu cel descris la hidranți. Rețeaua nervoasă este concentrată în două inele nervoase situate la baza velumului. La marginea umbrelei sunt localizate organe de simț specializate: **statocişti,** organe de echilibru şi **oceli,** organe fotosensibile. (Figura.5.6.)

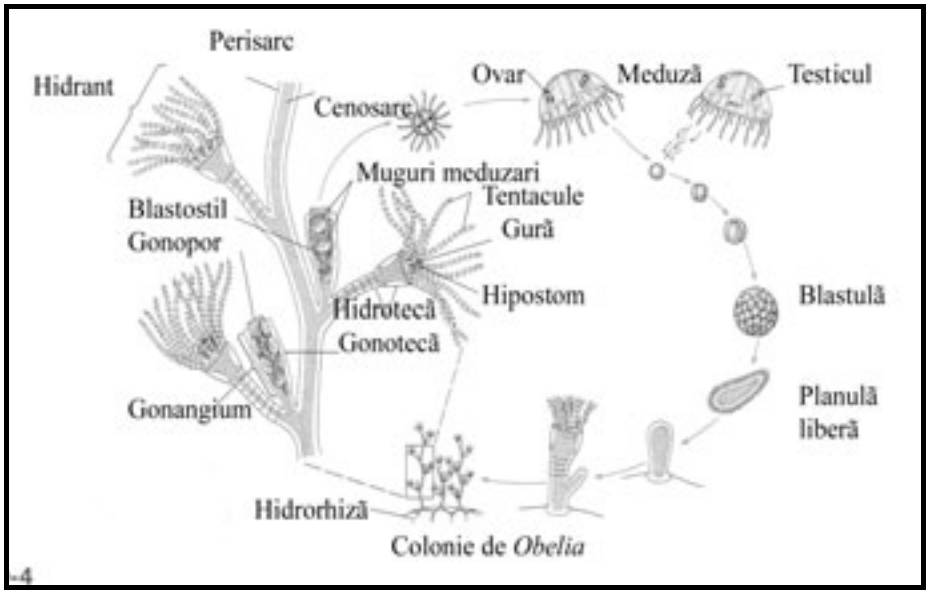
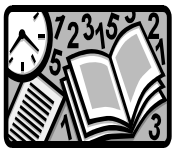


Figura.5.6. Structura coloniei de *Obelia sp.* şi etapele reproducerii (după Hickman şi colab, 1997)

Cele mai specializate hidrozoare sunt considerate cele încadrate în Ordinele Siphonophora şi Chondrophora, care formează colonii plutitoare sau înotătoare polimorfe.
Physalia, corabia portugheză, care pluteşte pe apele mărilor tropicale, este un bun exemplu de polimorfism colonial. Tentaculele sale lungi, suple, de fapt zoizi, conțin nematociste capabile să introducă substanțe toxice. Plutitorul, denumit **pneumatofor**, s-a dezvoltat din polipul larvar originar. El conține un sac, format din peretele corpului, plin cu un gaz asemănător aerului. Pneumatoforul este un cărăuş al generațiilor viitoare de indivizi care apar prin înmugurire din acest polip şi plutesc în apă. Peşti de talie mică din genul *Nomeus* trăiesc în siguranță printre tentaculele otrăvitoare ale coloniei într-o relație de mutualism.
Coloniile din genul *Stephalia* şi *Nectalia* prezintă clopote deopotrivă înotătoare şi plutitoare.
Într-o colonie se diferențiază mai multe tipuri de polipi:
- gastrozoizi, polipi hrănitori cu un singur tentacul lung care porneşte de la baza fiecăruia
- dactilozoizi sau filamente pescuitoare care paralizează prada şi o conduc spre polipii hrănitori.
Printre indivizii meduzoizi modificați sunt **gonoforii** care conțin ovare sau testicule.
Alte hidrozoare secretă schelete calcaroase masive care amintesc de corali, denumite **hidrocorali.**



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 132

TESTE DE AUTOEVALUARE

5. **În ce strat al peretelui corpului sunt localizate cnidocitele?**
6. **Definiți scheletul hidrostatic.**
7. **Ce este polimorfismul colonial? Menționați câteva tipuri de indivizi din colonie şi funcția îndeplinită de aceştia.**
8. **Menționați trei aspecte particulare prin care *Hydra viridis* se deosebeşte de majoritatea hidrozoarelor?**
9. **Comparați digestia spongierilor cu cea a cnidarilor.**

5.1.3.2.Clasa Scyphozoa

Cuprinde cele mai mari meduze care au un diametru ce atinge 2m (*Cyanea*) şi o lungime a tentaculelor de 60-70 m lungime. Majoritatea scifozoarelor măsoară 2-40 cm diametru şi plutesc în largul mării, alte specii preferă apele adânci de 3000m. Sunt incolore, portocalii sau roz. Un ordin mai deosebit este sesil, se fixează printr-o coloană, de obiectele de la fundul mării sau de alge.

Reprezentanții clasei au următoarele caractere particulare:

1. **Predomină stadiul de meduză**
2. **Gameții au origine gastrodermică şi sunt eliberați în cavitatea gastrovasculară**
3. **Cnidocitele sunt prezente atât în stratul gastric cât şi în epidermă**
4. **Meduza este lipsită de velum**
5. **Mezogleea are structură celulară, fiind populată de celule mezenchimale de origine epidermică.**

Morfologie

Mezogleea este groasă, ceea ce conferă fermitate umbrelei cu toate că are un conținut de 95-96% apă.

Spre deosebire de hidrozoare, este alcătuită din celule amiboide şi din fibre.

Animalele se deplasează prin pulsațiile umbrelei.

Velumul lipseşte, tentaculele puține sau numeroase sunt scurte la *Aurelia* sau lungi la *Cyanea*. La marginea umbrelei, între lobii acesteia sunt plasate complexe senzoriale, denumite **ropalii** formate dintr-un statocist pentru echilibru, 1-2 gropițe căptuşite cu epiteliu sensorial şi uneori oceli.

Sistemul nervos

Sistemul nervos la scifozoare este o rețea nervoasă, alcătuită dintr-o rețea subumbrelară care controlează contracțiile umbrelei şi o rețea difuză care controlează reacțiile locale, de exemplu hrănirea.

Manubrium, formațiunea care susține orificiul buco-anal, este prevăzut, de obicei, cu patru **brațe orale,** folosite pentru capturarea şi ingerarea hranei.

Nematocistele sunt răspândite pe tentacule, manubrium şi adesea pe întreaga suprafață a corpului.

Funcții

Hrănire

Aurelia aurita, specie cu tentacule scurte, se hrăneşte cu animale planctonice mici. Acestea sunt reținute în mucusul suprafeței umbrelare, apoi sunt transportate cu ajutorul cililor în buzunarele de la marginea umbrelei, de unde sunt preluate de lobii orali ai căror cili dirijează particulele alimentare spre cavitatea gastrovasculară.

Cilii stratului gastric creează un curent de apă care antrenează în stomac particulele alimentare şi oxigenul şi elimină resturile nedigerate. (Figura 5.7.).

Cassiopeia, din apele de coastă ale Floridei şi *Rhizostoma*, răspândită în ape mai reci, nu au tentacule la marginea umbrelei sau în structura brațelor orale.

În cursul dezvoltării, marginile lobilor orali se cutează şi fuzionează, formând canale ramificate (**brațe sau canale brahiale**), deschise la suprafață, prin pori.

Gura originară dispare în cursul fuziunii lobilor orali. Organismele planctonice capturate în mucusul brațelor orale sunt transportate de cili spre gură şi apoi spre canalele brahiale şi cavitatea gastrovasculară. La nivelul buzunarelor gastrice, stratul gastric se prelungeşte în formațiuni asemănătoare unor tentacule, denumite **filamente gastrale**. Acestea sunt acoperite cu nematociste pentru

paralizarea prăzii. Din buzunarele gastrice se desprind canale radiare deschise într-un canal circular marginal, care constituie o parte a cavității gastrovasculare.

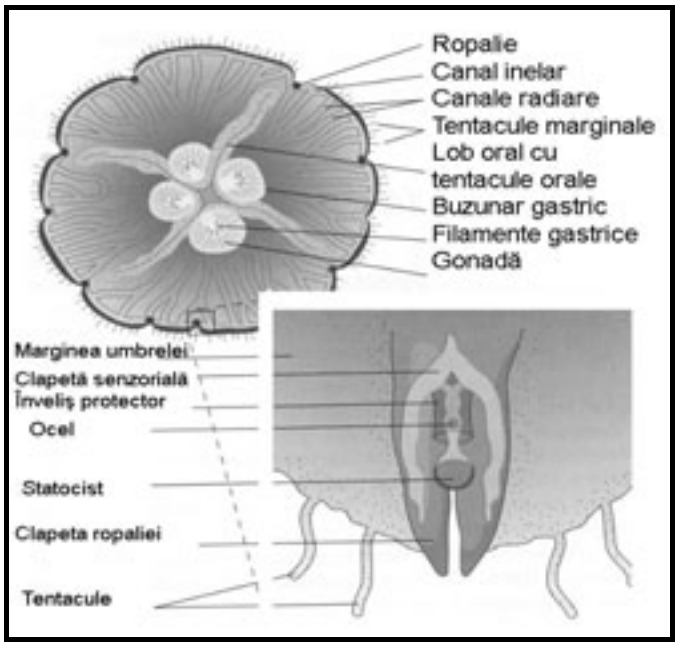


Figura.5.7. Structura scifomeduzei (după Hickman şi colab. 2004)

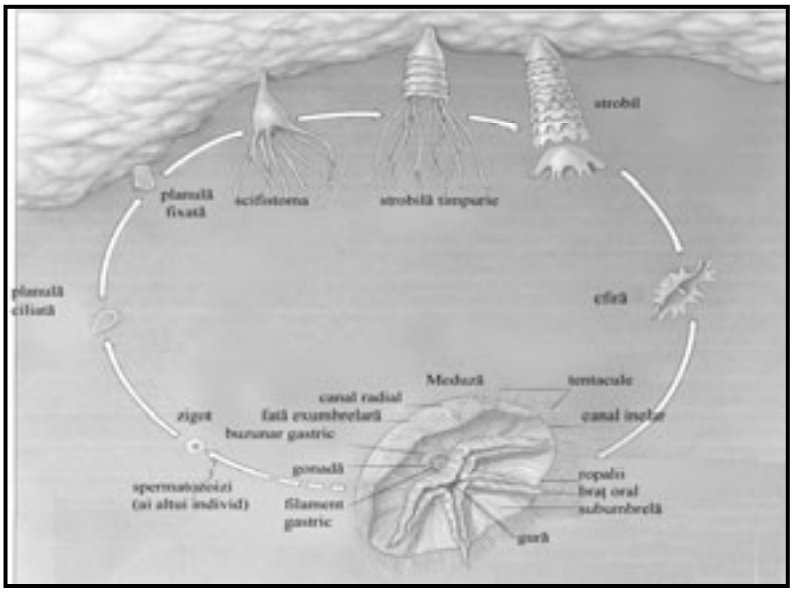
Reproducere

Sexele sunt separate, gonadele fiind localizate în buzunarele gastrice. *Aurelia aurita* are 8 gonade, situate în pungi gastrice (două în fiecare pungă.

Fecundația este internă, spermatozoizii fiind antrenați de curenții de apă creați de mişcările ciliaturii în pungile gastrice ale femelelor. Zigoții se dezvoltă în mediul acvatic sau pot fi reținuți în pliurile brațelor orale.

Planula ciliată se fixează şi se transformă într-o **scifistoma**, asemănătoare unei hidre. Prin **strobilizarea** scifistomei se formează o serie de muguri asemănători unor farfurioare, **efirule,** din care se dezvoltă meduze mature. (Figura 5.8.).

Figura 5.8. Ciclul de dezvoltare la *Aurelia aurita* (după Hickman şi colab., 1997)



5.1.3.3. Clasa Cubozoa

Cuprinde cnidari la care predomină stadiul de meduză, polipul este slab reprezentat şi uneori necunoscut.
Măsoară între 2-3 cm până la 25 cm.

1. Predomină stadiul de meduză.
2. Polipul este slab dezvoltat.
3. Gameții sunt de origine gastrodermică.
4. Meduza are formă cuboidală, tentaculele prelungindu-se din colțurile corpului.

În secțiune transversală, umbrelele sunt aproape patrulatere (Fig.5.9.). În fiecare colț al patrulaterului există câte un tentacul sau grup de tentacule. Baza fiecărui tentacul este diferențiată într-o lamă dură aplatizată, denumită **pedalium**. Ca şi scifozoarele, cubozoarele sunt echipate cu ropalii. Marginea feței subumbrelare se proiectează în interior şi formează un **velarium**, care îndeplineşte acelaşi rol ca şi velumul hidromeduzelor, sporind eficiența înotului, dar este deosebit din punct de vedere structural.

Cubomeduzele sunt specii bune înotătoare şi prădători vorace, capabile să consume peşti.

Toxinele unor specii pot fi fatale pentru om.

Se cunoaşte ciclul de dezvoltare al unei singure specii, *Tripedalia cystophora* (L.*tri*, trei, +Gr. *pedalion*, cârmă). Polipul are dimensiuni reduse (1mm), este solitar, sesil şi formează lateral muguri. Aceştia se detaşează de corpul polipului generator, se târăsc şi se metamorfozează în meduze, fără să treacă prin stadiul de efirulă.

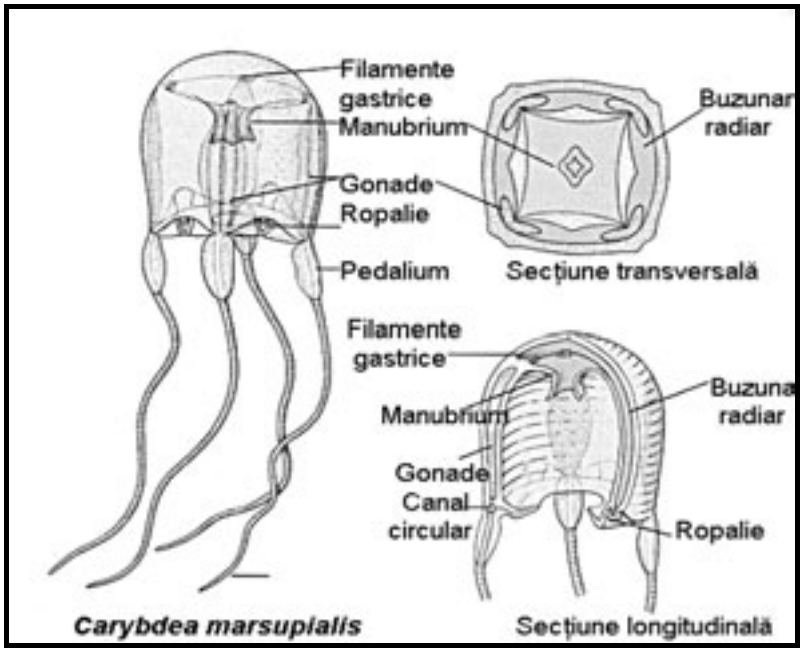


Fig. 5.9. Morfologia externă a cubozoarelor

Dintre cubomeduze, *Chironex fleckeri* (viespea de mare) are toxine extrem de puternice, care pot fi fatale (Figura 5.10).

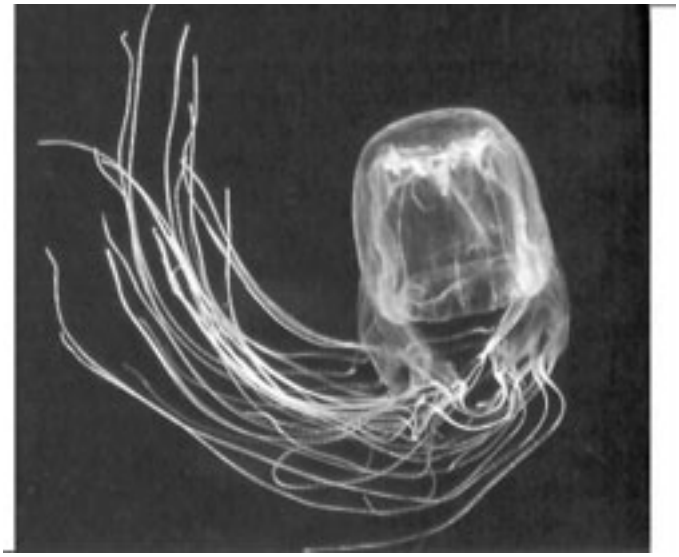
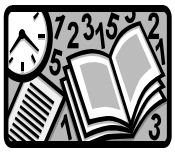


Figura 5.10. *Chironex fleckeri*



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 132.

TESTE DE AUTOEVALUARE

10. Comparați structura scifomeduzei cu cea hidromeduzei?
11. Definiți ropaliile şi explicați structura lor.
12. Explicați modul de hrănire la *Rhizostoma.*
13. Ce origine au gameții la hidrozoare şi scifozoare?
14. Cum se numeşte procesul prin care scifistoma formează efirule?

5.1.3.4. Clasa Anthozoa

Cuprinde specii marine solitare sau coloniale, care au doar stadiul de polip, **antopolip** şi în general sunt prevăzute cu schelet. Antozoarele au fost semnalate atât la adâncimi mari cât şi în ape puțin adânci, în zone tropicale dar şi în zone polare.

Acest grup de cnidari prezintă următoarele particularități:

1. **Cnidocitele sunt răspândite în stratul gastric.**
2. **Cnidocilii lipsesc.**
3. **Gameții au origine gastrodermică.**
4. **Cavitatea gastrovasculară este divizată prin mezentere care conțin nematociste.**
5. **Simetrie corpului este biradiară, bilaterală.**
6. **Mezogleea are structură celulară fiind alcătuită din celule mezenchimatice.**

Morfologie

Polipii sunt prevăzuți cu coroane de tentacule plasate pe discul oral.

Aranjamentul muscular se caracterizează prin prezența muşchilor circulari în peretele corpului şi a muşchilor longitudinali şi transverşi în septe.

Mezogleea este un mezenchim format din celule amiboide. Se observă însă tendința generală de trecere spre simetria bilaterală, sugerată de aranjamentul septelor, forma gurii şi a faringelui.

Nu există organe specializate pentru respirație şi excreție.

Polipii anemonelor de mare din Ordinul Actinaria, sunt mai mari decât cei ai hidrozoarelor, având dimensiuni cuprinse între 5–100 mm diametru şi între 5-200 mm lungime. Aceştia se fixează de substrat printr-un disc pedios, se îngroapă în mâl sau nisip.

Corpul este cilindric cu o coroană de tentacule pe discul oral aranjate pe unul sau mai multe cercuri în jurul gurii. La unul sau la ambele capete ale gurii, există un şanț ciliat, denumit **sifonoglif** care se prelungeşte în faringe. Aceste şanțuri creează un curent de apă orientat spre faringe. Cilii altor regiuni ale faringelui orientează apa în exterior. Curenții astfel creați introduc oxigenul şi elimină deşeurile, ajută la menținerea unei presiuni a fluidului intern, constituind un schelet hidrostatic cu rol de susținere a musculaturii.

Faringele se continuă cu o cavitate gastrovasculară, divizată în şase camere radiale, prin şase perechi de septe primare sau mezentere, care se prelungesc vertical de la peretele corpului spre faringe. Orificiile dintre compartimente (perforații septale) din partea superioară a regiunii faringiene ajută la circulația apei. Septe mai mici, incomplete subîmpart parțial compartimentele mari şi asigură o cale de creştere a suprafeței cavității gastrovasculare. Marginea liberă a fiecărui sept incomplet, cu aspect cordiform, se numeşte **filament septal** şi conține alături de nematociste celule glandulare necesare pentru digestie.

La unele specii, capetele inferioare ale filamentelor septale se prelungesc cu **aconții,** de asemenea echipate cu nematociste şi celule glandulare, care ies la suprafață prin gură sau pori ai peretelui corpului pentru a captura prada sau pentru a se apăra.

Porii asigură eliminarea rapidă a apei din corp când animalul este în pericol şi se contractă. (Figura 5.11.).

Funcții

Anemonele de mare sunt specii carnivore care se hrănesc cu peşti sau alte organisme animale uneori minuscule antrenate cu ajutorul curenților ciliari.

Hrănire

Comportamentul alimentar se află sub control chimic. Astfel unele specii răspund la acțiunea glutationului redus. La alte specii mai pot fi implicate **asparagina**, un activator al hrănirii, care provoacă îndoirea tentaculelor spre gură, după care glutationul redus induce înghițirea hranei.

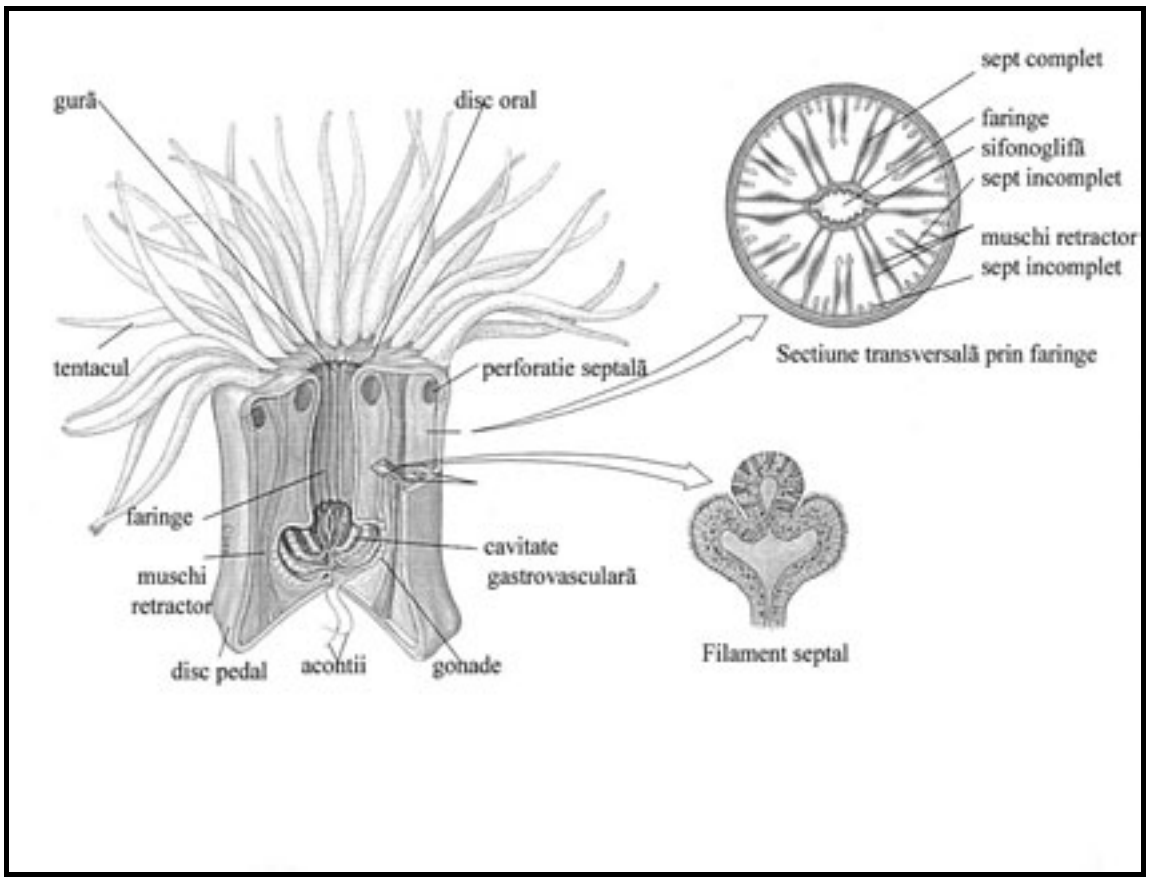


Figura .5.11. Structura corpului antozoarelor

Locomoția

Musculatura este bine dezvoltată la anemonele de mare dar aranjamentul este deosebit de cel descris la hidrozoare. Fibrele longitudinale ale epidermei sunt situate doar în tentacule şi discul oral al multor specii.

Muşchii longitudinali puternici ai coloanei sunt gastrodermali şi localizați în septe.

Muşchii circulari gastrodermali din coloană sunt bine dezvoltați. Majoritatea anemonelor pot să alunece încet de-a lungul substratului cu discul lor pedios. Îşi întind tentaculele în căutarea vertebratelor şi nevertebratelor mici pe care le imobilizează cu tentaculele şi nematocistele şi le transportă spre gură. Când sunt perturbate, îşi contractă şi îşi retrag tentaculele şi discurile orale.

Unele anemone (*Stromphia*) sunt capabile să înoate într-un mod limitat, prin mişcări ritmice de îndoire care constituie o cale de a se sustrage inamicilor, stelele de mare sau nudibranchiatele. Reacția de apărare este provocată prin atingere sau de expunerea la secrețiile elaborate de inamic. Acestea conțin saponine steroidice toxice sau iritante pentru majoritatea nevertebratelor.

Reproducerea

Antozoarele au în general sexe separate, dar pot fi şi hermafrodite **proterandre** (maturează spermatozoizii înaintea ovocitelor). Gonadele sunt plasate la marginea septelor iar fecundația are loc în mediul extern sau în cavitatea gastrovasculară.

Zigotul se transformă într-o larvă ciliată.

Reproducerea asexuată se desfăşoară prin

- **lacerație pedală** (fragmente mici ale discului pedal se desprind în cursul deplasării animalului şi fiecare regenerează o mică anemonă)
- **diviziune longitudinală**,
- **diviziune transversă**
- **înmugurire**

Biologie

Anemonele stabilesc relații de mutualism cu multe specii. De exemplu:

-adăpostesc dinoflagelate simbionte (zooxantele) în țesuturile lor, profitând de compuşii organici rezultați prin fotosinteza realizată de zooxantele. În schimb prin metabolismul polipilor, algele sunt aprovizionate cu azot şi fosfor.

Pe măsură ce zooxantelele elimină CO_2 din mediul polipului, modificările de pH asociate induc precipitarea carbonatului de calciu dizolvat, sub formă de aragonit.

90 m este adâncimea limită pentru construirea recifilor întrucât corespunde adâncimii maxime la care lumina pătrunde, susținând fotosinteza zooxantelelor.

-se fixează pe cochiliile ocupate de unele specii de paguri. În timp ce pagurii sunt protejați împotriva inamicilor lor prin substanțele neurotoxice elaborate de nematociste, anemonele de mare sunt transportate şi folosesc particulele alimentare rămase după hrănirea pagurului (Figura. 5.12.).

Figura. 5.12. Relație de mutualism între pagur şi anemona de mare (după Miller-Harley, 2005)

-specii de peşti din familia Pomacentridae formează asociații cu anemonele de mare, în apele tropicale indo-pacifice. O proprietate necunoscută a mucusului secretat de tegumentul acestor peştilor împiedică descărcarea nematocistelor. La rândul lor peştii ventilează, prin mişcările lor, anemonele, îndepărtează sedimentele şi momesc alte specii în zona tentaculelor anemonelor (Figura .5.13).

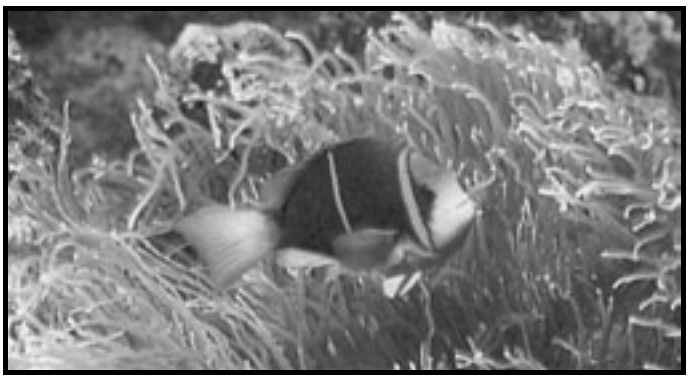


Figura 5.13. Relație de mutualism între unele specii de peşti şi specii de anemone de mare

Clasificare

Clasa este divizată în trei subclase:

- **Hexacorallia**
- **Ceriantipatharia**
- **Octocorallia**.

.

Subclasa Hexacorallia (Zoantharia)

(Gr. *hex*, şase+*koralion*, coral) cuprinde specii cu tentacule simple neramificate , mezentere în perechi. Exemple: *Metridium, Anthopleura, Tealia, Astrangia, Acropora.* (Figura 5.14. a, b).

Cavitatea gastrovasculară este subdivizată prin multiplu de şase septe, tentaculele goale înconjoară gura şi nu există sifonoglife.

Epiderma secretă la baza coloanei o cupă scheletică de natură calcaroasă, care include scleroseptele. Acestea se proiectează în interiorul polipului între septele cărnoase. Polipii se pot retrage în această cupă când nu se hrănesc .

Hexacoralierii ca şi ceriantipatarii au o simetrie radiară pe tipul şase sau multiplu de şase (hexameră) sau polimeră. La Hexacoralieri septele nu sunt doar cuplate, ci şi împerecheate (Figura 5.15.).

Hexacoralierii din Ordinul Scleractinia, cunoscuți cu numele de **corali pietroşi** au aspectul unor anemone de mare în miniatură care secretă un schelet calcaros.

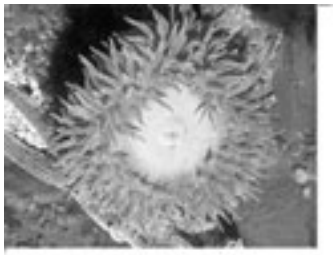


Figura 5.14 a) *Anthopleura xanthogrammica*

Figura 5.14 b) *Monastrea cavernosa*

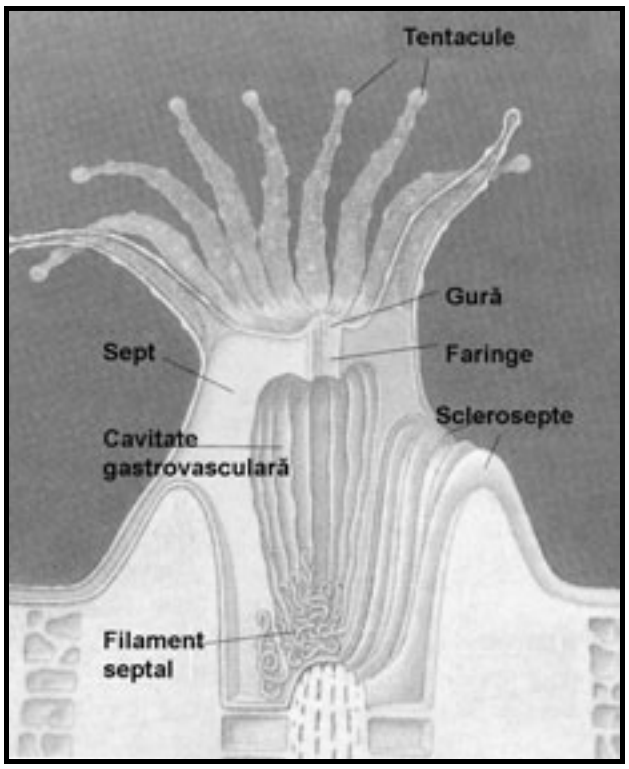


Figura 5.15. Polipul hexacoralierilor
(după Hickman şi colab., 2004)

Subclasa Ceriantipatharia

cuprinde specii cu tentacule neramificate, mezentere impare, cunoscute cu denumirea de **corali negri şi cornoşi**. Exemple: *Cerianthus, Antipathes, Stichopathes.*

Anemonele din **Ordinul Ceriantharia** sunt solitare şi trăiesc îngropate până la nivelul discului oral în sedimente moi. Ele ocupă tuburi construite din mucus şi filamente asemănătoare nematocistelor, în care se pot retrage.

Coralii cornoşi şi negri din **Ordinul Antipatharia** sunt forme coloniale.

Subclasa Octocorallia

(L. *octo,* opt +Gr. *koralion*, coral)

Subclasa Octocorallia este alcătuită din forme octamere (au o simetrie pe tipul opt), prevăzute cu opt tentacule penate la marginea discului oral, opt mezentere complete, nepereche. Cavitatea gastrovasculară este largă şi compartimentată de septe sau mezentere care reprezintă prelungiri interne ale peretelui corpului. Când un sept înaintează în cavitatea gastrovasculară dinspre peretele corpului, un altul se formează din partea diametral opusă, de aceea se consideră că sunt **cuplate.** Subclasa este reprezentată de specii coloniale. Mai sunt cunoscuți cu denumirea de **corali moi şi cornoşi**.

Cavitățile gastrovasculare ale polipilor din colonie comunică printr-un sistem de tuburi gastrodermale: **solenia**, săpate în mezoglee (**colenchim**) la majoritatea formelor. La suprafață, colonia este acoperită de epidermă.

Scheletul, secretat în colenchim este alcătuit din spiculi calcaroşi, fuzionați sau dintr-o proteină. Scheletul de susținere al majorității alcionarilor este un **endoschelet**. (Figura 5.16; 5.17).

Exemple: *Tubipora, Alcyonum, Gorgonia, Plexaura, Renilla.*

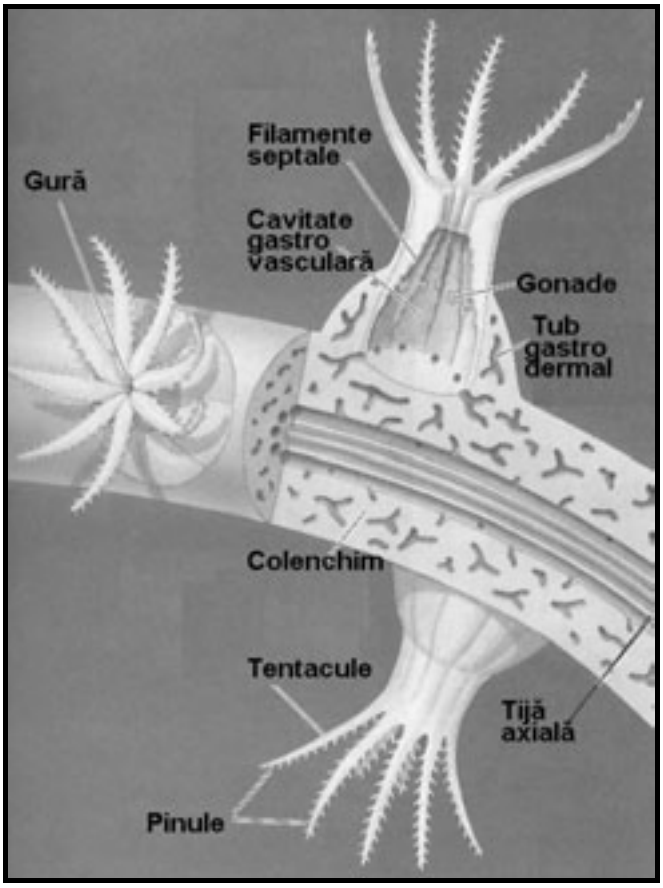


Figura. 5.16. Organizarea corpului la octocoralieri

Figura. 5.17. Specii de octocoralieri din Ordinul Gorgonacea
a) *Subergorgia mollis* b) *Melithaea sp.*

Recifele coraliere sunt ecosisteme productive care adăpostesc forme de viață de o mare diversitate, asemănătoare celei observate în pădurile tropicale.

Cele mai importante organisme, care precipită carbonatul de calciu din apă pentru a forma recife, sunt **coralii hermatipici** şi **algele coraliere**.

Unii octocoralieri şi hidrozoare (*Millepora*) contribuie într-o anumită măsură cu material calcaros.

Coralii hermatipici au nevoie de căldură, lumină, salinitate ridicată şi constantă, ceea ce determină restrângerea răspândirii lor în ape superficiale, cuprinse între 30° latitudine nordică şi 30° latitudine sudică. Au nevoie de lumină pentru că trăiesc într-o relație de mutualism cu dinoflagelate (zooxantele). Prin fotosinteză, acestea furnizează molecule organice pentru gazdele lor, reciclează deşeurile care conțin fosfor şi azot, care ar fi eliminate şi sporesc capacitatea coralilor de a depozita carbonat de calciu. Din aceste considerente rareori coralii hermatipici trăiesc la adâncimi mai mari de 30m.

Se cunosc mai multe tipuri de recife:

recife marginale, situați aproape de uscat lângă o lagună îngustă sau fără lagune între recif şi țărm.

recife barieră situați paralel cu țărmul şi învecinați cu o lagună mai largă şi mai adâncă decât recifii marginali.

atolii sunt recifi care înconjoară o lagună dar nu o insulă. Malul acestor tipuri de recifi nu este abrupt ci formează o pantă.

recife tip bancuri sunt situați în urmă, la oarecare distanță de panta abruptă, în lagunele recifelor barieră sau atolilor.

Marele recif barieră care măsoară aproximativ 2027 km lungime şi este plasat la 145 km distanță de țărmul de nord-est al Australiei şi este un complex de tipuri de recife.

Partea recifului, orientată spre mare, denumită **frontul recifului**, este mai mult sau mai puțin paralelă cu țărmul şi perpendiculară cu direcția predominantă a valurilor. El se înclină la început lin, apoi abrupt. Se formează asociații caracteristice de scleractinii pe panta adâncă, aproape de creastă şi în zonele intermediare. În apele superficiale sau uşor emergente în vârful frontului recifului este situată **creasta recifului**. Un număr imens de specii populează aceste ecosisteme în care intră relativ puțini nutrienți, din care se pierd puține substanțe întrucât organismele interacționează eficient în procesele de reciclare. Figura 5.18.

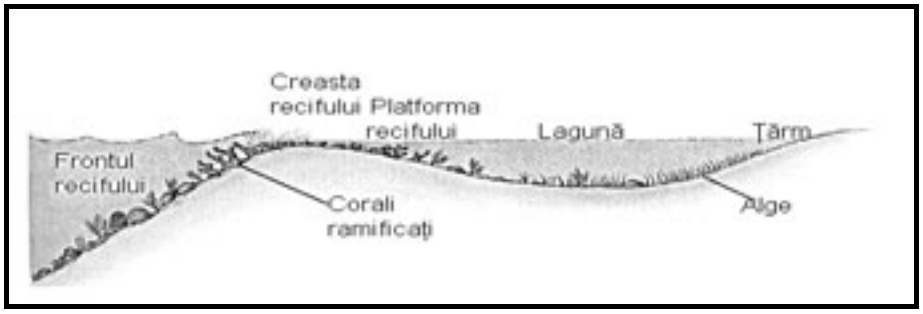


Figura 5.18. Profilul barierelor de corali (după Hickman şi colab., 2004)

Coralii consumă resturile nedigerate eliminate de peştii care înoată în vecinătatea lor.

În ciuda valorii lor economice, aceste ecosisteme sunt amenințate de numeroşi factori antropici. E vorba de îmbogățirea în nutrienți, pescuitul intensiv al peştilor ierbivori, ceea ce favorizează proliferarea algelor pluricelulare. Pesticidele, sedimentele provenite de pe terenurile arabile sau dragate, deversările petroliere contribuie la degradarea recifelor.

Recifele coraliere resimt efectul încălzirii globale. Când apele se încălzesc prea mult, coralii elimină zooxantelele din motive care nu sunt încă lămurite (apare albirea coralilor).

De asemenea creşterea concentrației atmosferice de dioxid de carbon tinde să acidifice apa oceanului, ceea ce îngreunează precipitarea metabolică a $CaCO_3$ de către corali.

5.2. Phylum Ctenophora

5.2.1. Caractere generale

(Gr. *kteis, ktenos*, pieptene, +*phora,* care poartă)

Cuprinde mai puțin de 100 de specii marine răspândite mai ales în apele calde. Denumirea este sugerată de cele opt rânduri de plăci, ca nişte piepteni, care asigură deplasarea.

Popular aceste animale sunt cunoscute cu denumirea de “nuci de mare”.

Ctenoforii nu au nematociste, cu excepția unei singure specii, *Haeckelia rubra,* ale cărei tentacule sunt prevăzute cu nematociste.

Ctenoforii nu au avansat dincolo de gradul tisular de organizare. Nu există sisteme de organe definite în sensul strict.

Cu excepția unor forme târâtoare sau sesile, în general ctenoforii înoată liber. De regulă apar în ape de suprafață, există însă şi specii care trăiesc la adâncimi considerabile. Sunt slab înotători fiind transportați de curenți şi de valuri. Evită furtunile înotând în ape adânci.

5.2.2. Morfologie

Corpul are simetrie biradiară, distribuția canalelor interne şi poziția tentaculelor pereche transformând simetria radială într-o combinație radial-bilaterală. În general acesta are formă sferică, fiind prevăzut cu plăci pectinifere distribuite în şiruri radiale, cu rol în deplasare. (Fig. 5.19.).

Nematocistele sunt absente, în schimb apar celule adezive, **coloblaste** (Figura. 5.20.).

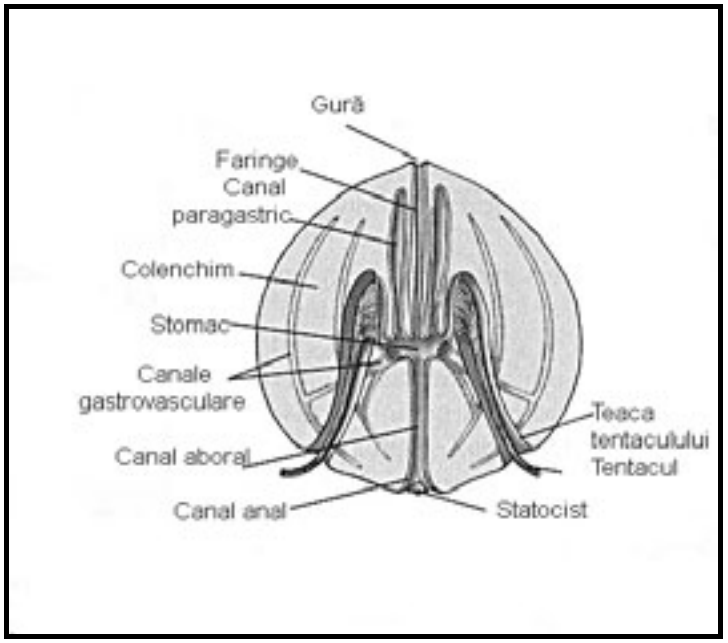


Figura 5.19 .Morfologia externă a ctenoforilor

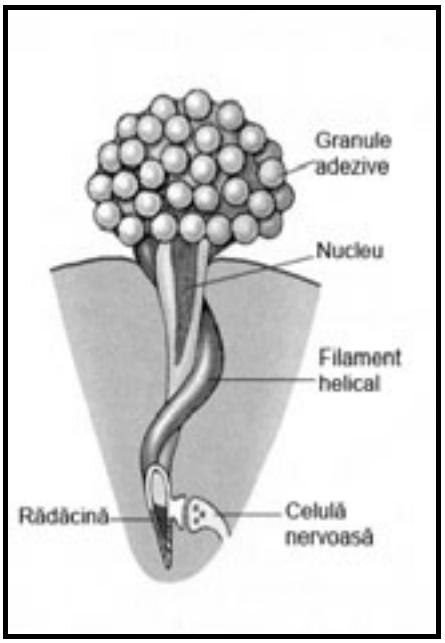


Figura .5.20. Coloblastul, celulă caracteristică adezivă

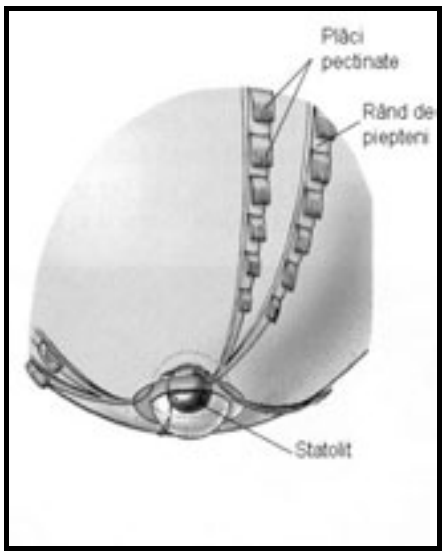
Sistemul digestiv Sistemul digestiv este alcătuit din: gură, faringe, stomac, sistem de canale şi pori. Se hrănesc cu organisme planctonice. Digestia se desfăşoară deopotrivă extracelular şi intracelular.

Respirația şi excreția

Respirația şi excreția se realizează la suprafața corpului.

Sistemul nervos

Sistemul nervos este reprezentat printr-un plex subepidermal concentrat în jurul gurii, sub rândurile de plăci pectinifere, dar şi un statocist (**organ de simț aboral**). Tufe de cili susțin statolitul calcaros cuprins într-o incintă cu aspect de clopot (Figura 5.21.). Schimbarea poziției corpului modifică presiunea statolitului asupra tufelor de cili. Organul de simț este implicat în coordonarea nu şi în declanşarea bătăii rândurilor pectinifere.



a **b**

Figura 5.21. a-*Pleurobranchia sp.;* b-Regiune cu rânduri pectinifere prevăzută cu plăci. Fiecare placă este formată din rânduri transverse de cili lungi, fuzionați

Epiderma conține numeroase celule senzoriale, animalele fiind sensibile la stimuli chimici, dar şi la alte categorii de stimuli. Contactul cu un stimul nefavorabil declanşează o bătaie opusă la nivelul plăcii pectinifere şi mişcarea în sens invers. Plăcile pectinate sunt foarte sensibile la atingere şi determină retragerea în materialul gelatinos.

Nu există specii cu dimorfism sau polimorfism.

Gonadele sunt situate pe pereții canalelor digestive, sub rândurile de plăci pectinifere.

Ouăle fecundate se elimină prin epidermă, în apă.

Segmentarea este determinată (în mozaic), diferitele părți ale animalului, diferențiate din fiecare blastomer, sunt determinate din fazele timpurii ale embriogenezei. Dacă unul dintre blastomere este îndepărtat în primele stadii, embrionul rezultat va fi deficient. Acest tip de dezvoltare se deosebeşte de cel al cnidarilor, care este de tip nedeterminat.

Larva **liberă cidipidă** înoată liber în apele superficiale şi se transformă în adult.

Frecvent apare fenomenul de bioluminescență.

Ctenoforii se aseamănă cu cnidarii prin:

- simetria corpului
- axa aboral-orală

- colenchim bine dezvoltat
- lipsa cavității celomice
- plex nervos difuz
- lipsa sistemelor de organe.

Există **caractere prin care se deosebesc de cnidari:**

- nu au nematociste
- celulele musculare distincte se dezvoltă din mezenchim
- prezența plăcilor pectinifere şi a coloblastelor
- tipul de dezvoltare este determinat sau în mozaic
- prezența faringelui
- lipsa di-şi polimorfismului
- niciodată coloniale
- prezența orificiului anal

5.2.3.Clasificare

5.2.3.1. Clasa Tentaculata

Pleurobranchia este genul reprezentativ. Corpul transparent măsoară 1.5-2 cm diametru. Gura se deschide la polul oral, iar statocistul este plasat la polul aboral. Pe suprafața corpului se observă opt benzi (rânduri pectinate), situate la distanțe egale, care pornesc de la polul aboral dar nu ajung la polul oral.

Fiecare bandă este alcătuită din plăci transverse de cili lungi fuzionați (plăci pectinifere). Animalul este propulsat prin bătaia cililor de pe plăcile pectinifere. Bătaia începe pe fiecare rând la capătul aboral şi avansează succesiv de-a lungul pieptenilor, spre capătul oral. Toate cele opt rânduri bat simultan, animalul fiind propulsat cu gura înainte. Cele două tentacule lungi, solide, foarte extensibile sunt retrase într-o pereche de teci tentaculare. Când sunt complet întinse, tentaculele măsoară până la 15 cm lungime şi au pe suprafața lor coloblaste care secretă o substanță lipicioasă folosită pentru capturarea şi reținerea prăzii.

Între epidermă şi stratul gastric există un colenchim, populat de fibre musculare şi celule amiboide, care umple întregul corp.

Celulele musculare provin din celule ectodermice, sunt structuri distincte şi nu porțiuni contractile ale celulelor epiteliomusculare.

5.2.3.2. Clasa Nuda

Cuprinde reprezentanți lipsiți de tentacule, aplatizați. Au gură largă, faringe, canale gastro-vasculare puternic ramificate. Exemplu: *Beroe.*

Din 1980 explozia populațiilor de *Mnemiopsis leidyi* (Figura. 5.22.) din Marea Neagră şi Marea Azov a condus la declinul catastrofal al producției piscicole. Specia originară din apele de coastă americane, a ajuns accidental în mările amintite, odată cu apele reziduale eliminate de navele comerciale. În habitatul originar, specia este controlată de prădători specifici, care lipsesc din Marea Neagră şi Azov, fapt care permite ctenoforului să consume nestânjenit zooplancton, crustacei, icre şi puiet de peşte.

Figura . 5.22. *Mnemiopsis sp.*

5.3. Filogenie

Originea cnidarilor şi ctenoforilor este obscură. Cel mai probabil au apărut dintr-un strămoş planuloid cu simetrie radiară.

Dintr-o ramură cu reprezentanți târâtori pe fundul mării, ar fi putut evolua metazoarele cu simetrie bilaterală. Alte forme au devenit sesile sau plutitoare, situație în care simetria radiară a reprezentat un avantaj.

Creşterea complexității genelor homeobox ar putea constitui suportul genetic al acestei tranziții. Genele Hox sunt puternic conservate în rândul metazoarelor şi controlează expresia altor gene de care depinde formarea axei corpului şi morfogeneza de-a lungul axei corpului.

Spongierii care nu au o axă a corpului, par să fie lipsiți complet de complexul Hox.

Cnidarii au o axă definită a corpului şi au gene Hox anterioare şi posterioare. Totuşi sunt lipsiți de genele Hox intermediare (grupul 3, central) prezent la animalele bilaterale.

Dovezi moleculare sugerează că antozoarele reprezintă grupul de bază al Phylum-ului Cnidaria şi că dezvoltarea meduzei a devenit ulterior o sinapomorfie a celorlalte clase.

Ctenoforii au apărut dintr-un cnidar meduzoid, însă dovezile moleculare sugerează că ei s-au desprins după spongieri, dar înaintea cnidarilor.

Rezultatele altor studii conduc la ideea că atât ctenoforii cât şi cnidarii au un strămoş comun şi formează un taxon soră cu metazoarele bilaterale (Figura. 5.23).

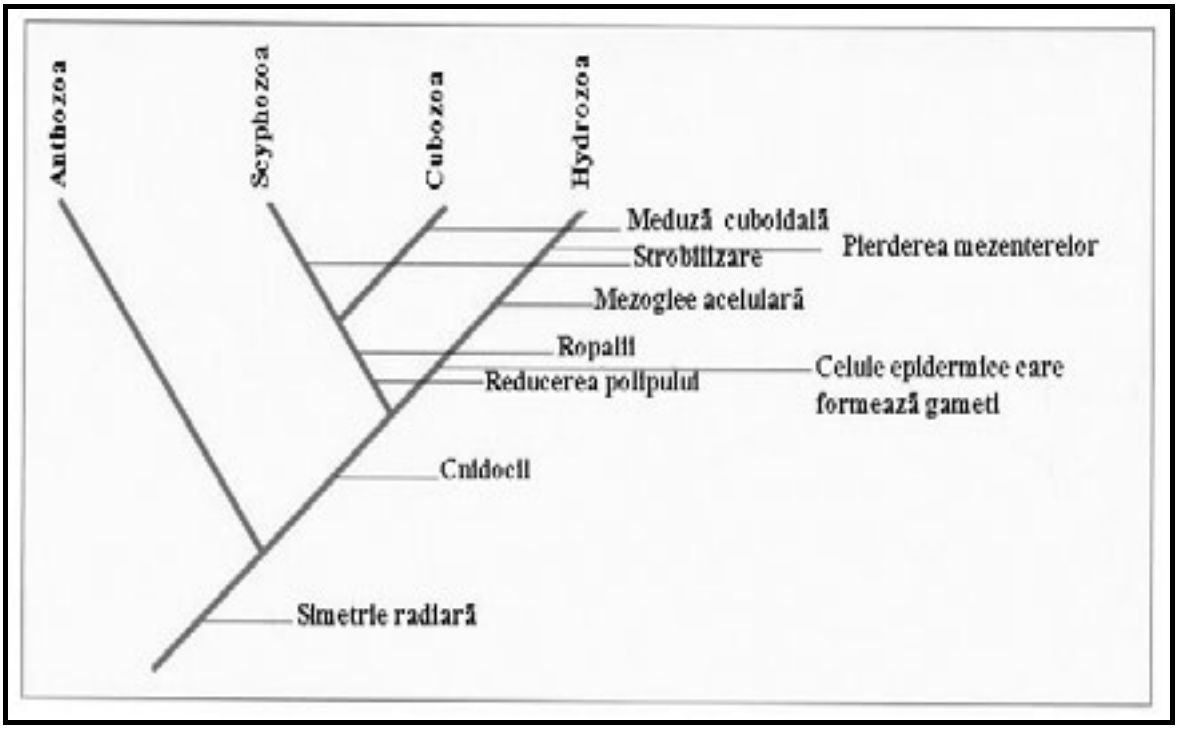
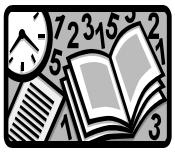


Figura . 5.23. Filogenia cnidarilor (după Miller-Harley, 2005)



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 132.

TEST DE AUTOEVALUARE

15. Ce caractere sunt selectate drept criteriu în clasificarea cnidarilor şi ctenoforilor?

16. Caracterizați particularitățile musculaturii la antozoare. Ați întâlnit acest caracter şi la celelalte clase ale cnidarilor?

17. Care sunt criteriile morfologice folosite în clasificarea antozoarelor?

18. Care sunt factorii de mediu care condiționează supraviețuirea coralilor?

19. Definiți coloblastele. La ce grup de viețuitoare le-ați identificat şi rol îndeplinesc?

5.4. Rezumat

Cnidarii şi ctenoforii sunt animale acvatice răspândite în mediul marin şi au corpul format din două foițe germinative: ectoderm şi endoderm. O a treia foiță, mezodermul, derivat din ectoderm, este prezent doar la unii reprezentanți.

Corpul saciform are peretele format din două straturi: epidermă şi strat gastric, derivate din ectoderm şi respectiv endoderm. Între aceste două straturi există o mezoglee: anhistă (fără structură celulară), cu câteva celule şi fibre sau formată din țesut conjuctiv mezodermic şi fibre musculare.

Cavitatea internă a corpului, cavitatea gastrovasculară, este căptuşită cu stratul gastric şi are un singur orificiu, orificiul buco-anal. Digestia extracelulară are loc în cavitatea gastrovasculară, iar digestia intracelulară se desfăşoară în celulele gastrice. Digestia extracelulară a permis ingestia unei prăzi de talie mare. Majoritatea speciilor au tentacule sau proiecții extensibile în jurul orificiului buco-anal care ajută la capturarea hranei.

Sunt cele mai simple animale care prezintă celule nervoase adevărate, organizate într-o rețea. Nu se diferențiază încă un sistem nervos central. Sunt cele mai simple animale care prezintă organe de simț fotosensibile şi pentru menținerea echilibrului. Locomoția formelor libere se realizează prin contracții musculare sau cu ajutorul unor plăci ciliare. Majoritatea plutesc sau sunt transportate de curenți şi de valuri.

Polimorfismul a lărgit posibilitățile lor ecologice, întrucât multe specii prezintă atât stadiu de polip cât şi de meduză, ceea ce permite aceleiaşi specii să ocupe atât habitatele bentonice cât şi pe cele pelagice. De asemenea a făcut posibilă creşterea complexității structurale. Prezintă caractere specifice cum sunt: nematocistele, la cnidari (organe de apărare şi atac), coloblastele (organe adezive) şi plăcile pectinifere ciliare la ctenofori.

5.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare

1) prezența celulelor urzicătoare, cnidocite; 2) p 107; 3) spongierii spre deosebire de cnidari nu au țesuturi şi organe, ci doar categorii celulare;4)p 106; 5) ectoderm; 6) vezi p 111; 7) vezi p 113, 115; 8) nu prezintă stadiu de meduză, polipul este sexuat, trăieşte în ape dulci; 9) spongierii au digestie exclusiv intracelulară, cnidarii realizează digestie extracelulară în cavitatea gastrovasculară şi digestie intracelulară în celulele stratului gastric;10) vezi p 114, 116; 11) vezi p 111; 12) vezi p 116; 13) vezi p 109, 115; 14) strobilizare; 15) vezi p 129, în clasificarea claselor de cnidari se iau în considerare stadiul predominant, polip sau meduză, originea gameților, forma meduzei, localizarea cnidocitelor, prezența velumului, particularitățile mezogleei; 16) p 121 Revedeți şi caracterele generale ale hidrozoarelor, scifozoarelor; 17) numărul tentaculelor, numărul septelor care compartimentează cavitatea gastrică, particularitățile scheletului;18) temperatura, adâncimea, salinitatea, nivelul oxigenului din apă, baza trofică, luminozitate, latitudine; 19) vezi p 127.

5.6. Instrucțiuni generale de evaluare

Criterii de evaluare: tutorele va aprecia în lucrarea de verificare a cursanților capacitatea de sinteză a informației, capacitatea de aplicare a cunoştințelor în contexte noi, însuşirea criteriilor morfologice, folosite în identificarea taxonilor studiați, coerența şi logica răspunsurilor, corectitudinea cu care au fost însuşite definițiile, folosirea corectă a termenilor noi, argumentarea logică a teoriilor învățate, aplicarea cunoştințelor legate de biologia grupului studiat.

Pentru a obține un punctaj favorabil la lucrarea de verificare vă recomand să parcurgeți atent conținutul testelor de autoevaluare şi să verificați corectitudinea cu care ați răspuns la toate sarcinile de lucru.

Exercițiile cuprinse în lucrarea de verificare au punctaj egal (5p).

În cazul în care obțineți la lucrarea de verificare un scor mai mic de 50 de puncte va trebui să revedeți conținutul unității de învățare şi să refaceți lucrarea de verificare.

Rezultatul testului:

Numărul răspunsurilor corecte x5=_____puncte

Punctajul maxim 100 puncte.

Ponderea lucrării de verificare este de 3,33% din evaluarea finală.

5.7. Lucrarea de verificare 5

V.5.1. Completați spațiile libere cu varianta corectă din cele cinci propuse. Meduzele şi coralii aparțin aceluiaşi (aceleiaşi)_____, ai cărui membrii ____

a) familii….au un sistem circulator complet
b) filum….au o viață colonială
c) ordin….sunt ierbivori
d) filum….au celule speciale pe tentaculele lor
e) gen….sunt lipsiți de sistem circulator

V.5.2. Care dintre următoarele caractere amintite la punctele a,b,c,d,e, aparțin reprezentanților filumului Cnidaria?

a) exoschelet şi simetrie radială
b) manta pentru respirație, simetrie radială
c) endoschelet, simetrie bilaterală
d) celule urzicătoare, simetrie radială
e) celule urzicătoare, simetrie bilaterală

V.5.3. Majoritatea cnidarilor trec printr-un stadiu fixat (sesil) în cursul ciclului de viață. Stadiul fixat de substrat se numeşte___ (alegeți varianta corectă):

a) embrion
b) meduză
c) larvă
d) mezoglee
e) polip

V.5.4. În ce mod îşi obțin coralii hrana? Alegeți varianta corectă

a) fotosinteză
b) cu ajutorul tentaculelor care capturează particule alimentare
c) absorbția hranei predigerate prin cuticulă
d) cu ajutorul dinoflagelatelor , protiste fotosintetizatoare care trăiesc în țesuturile coralilor
e) cu ajutorul dinților care sfâşie prada

V.5.5. Alegeți varianta corectă.

Coanocitele spongierilor şi nematocistele cnidarilor au rol în :

a) reproducere
b) locomoție
c) obținerea hranei
d) întâlnirea partenerului
e) văz

V.5.6. Un caracter distinctiv al cnidarilor este (alege varianta corectă):

a) tract digestiv complet
b) prezența nematocistelor
c) simetrie bilaterală
d) toate caracterele amintite
e) nici unul dintre caracterele amintite

V.5.7. Completați spațiul liber din text cu una dintre variante, încât enunțul să fie corect. Un avantaj al cnidarilor în raport cu spongierii este____ (alege varianta corectă):

a) coordonare generală şi prezența unui tub digestiv
b) simetrie bilaterală, organe complexe şi apendici articulați

c) un celom adevărat cu segmente specializate pentru procesarea eficientă a hranei

d) un corp alcătuit dintr-o serie de segmente specializate

e) toate caracterele amintite

V.5.8. Explicați (în maxim 30 de cuvinte) avantajul selectiv al simetriei radiare pentru animalele sesile şi plutitoare.

V.5.9. Selectați caracterele cele mai importante ale cnidarilor prin care aceştia se deosebesc de alte filumuri studiate până acum. (Răspundeți în maximum 100 de cuvinte).

V.5.10. Prin ce caractere se deosebesc stadiile de polip şi de meduză? (Explicați în maxim 30 de cuvinte).

V.5.11. Comparați meduza hidrozoarelor cu cea a scifozoarelor. (Explicați în maximum 30 de cuvinte).

V.5.12. Explicați mecanismul descărcării nematocistului şi modul în care se menține presiunea hidrostatică în nematocist până primeşte stimulul de expulzie. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

V.5.13. Explicați factorii care stimulează comportamentul alimentar la hidră. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

V.5.14. Definiți polimorfismul colonial. Dați exemple de cnidari la care ai întâlnit acest caracter. (Răspundeți în maximum 30 de cuvinte).

V.5.15. Dați trei exemple de relații interspecifice ale anemonelor de mare cu alte organisme animale. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

V.5.16. Explicați repartiția geografică a coralilor şi condițiile de viață în care se dezvoltă.(Răspundeți în maximum 50 de cuvinte)

V.5.17. Explicați modul în care înoată şi se hrănesc ctenoforii. Comparați caracterele generale ale cnidarilor şi ctenoforilor, dând cinci caractere de asemănare şi cinci caractere prin care se deosebesc cele două filumuri. (Răspundeți în maximum 100 de cuvinte).

V.5.18. Comparați structura mezogleei la hidrozoare, scifozoare şi antozoare. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

V.5.19. Care sunt factorii care provoacă distrugerea recifelor coraliere? (Răspundeți în maximum 30 de cuvinte)

V.5.20. Cum se numeşte ctenoforul care a pătruns accidental în Marea Neagră şi ce urmări a avut acest eveniment ?(Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).

5.8.Cuvinte cheie

aconții, asparagina, celenteron, celulă epitelio-musculară, celulă interstițială, celulă glandulară, celulă nutritiv-musculară, cenosarc, cnidocit colenchim, dactilozoid, efirulă, filament gastral, filament septal, gastrozoid, gonangium, gonofor, hidrant, hidrocaul, hidrocoral, hipostom, manubrium, lacerație pedală, meduză, mezoglee, nematocist, pedalium, perisarc, pneumatofor polip, ropalie, schelet hidrostatic, scifistoma sifonoglif, statocist, velarium, proterandru, velum.

5.9. Bibliografie

1. Crossland C.J., Hatcher, B.G., Smith, S.V., (1991), Role of coral reefs in global ocean production Coral Reefs 10, 55-64.
2. Finnerty, J.R., (2001), Cnidarians reveal intermediate stages in the evolution of Hox clusters and axial complexity. Amer. Zool. 41, 608-620.
3. Firă, V., Năstăsescu, M., (1977): Zoologia nevertebratelor E.D.P, 79-111.
1. Hickman, C.P., Roberts, L.S., Larson, A., l'Anson, H., 2004. Integrated Principles of Zoology. Mc Graw-Hill. Radiate Animals, Phylum cnidaria, Phylum ctenophora, 247-273.
4.
5. Lesser, M.P., (1997), Oxidative stress causes coral bleaching during exposure to elevated temperatures., Coral Reefs 16, 187-192.
6. Miller, S.A., Harley, J.P., 2005, Zoology, Mc Graw-Hill, Phylum Cnidaria, 134-147.
7. Năstăsescu, M., Suciu, M., (1989): Zoologia nevertebratelor, Lucrări practice, partea I-a, T.U.B, 83-106
8. Tesio C., (1997): Elemente de zoologie. Editura Universității Bucureşti, 44-57.
9. www.mhhe.com./zoology, Web Links: Radiate Animals, Phylum Cnidaria, Class Hydrozoa, Class Scyphozoa, Class Anthozoa, Coral Reefs, Coral Bleaching, Class Cubozoa, Phylum Ctenophora

Unitatea de învățare 6
BILATERALIA TRIPLOBLASTICA
ANIMALE BILATERALE ACELOMATE

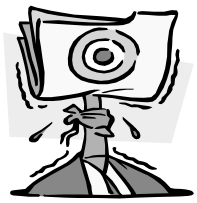
Cuprins

Obiective 137
6.1. Caracterele generale ale metazoarelor triploblastice 138
6.2. Phylum Plathelminthes 139
6.2.1. Caractere generale 139
6.2.2. Morfologie 139
6.2.3. Clasificare 146
6.2.3.1. Clasa Turbellaria 146
6.2.3.2. Clasa Trematoda 147
6.2.3.3. Clasa Monogenea 149
6.2.3.4. Clasa Cestoidea 150

6.3. Phylum Nemertea 155
6.3.1. Caractere generale 155

6.4. Phylum Gnathostomulida 156
6.4.1. Caractere generale 156
6.5. Filogenie 157
6.6. Rezumat 158
6.7. Răspunsuri la testele de autoevaluare 159
6.8. Instrucțiuni generale de evaluare 160
6.9. Lucrare de verificare 6 161
6.10. Cuvinte cheie 162
6.11. Bibliografie 162

Obiective



Obiective generale

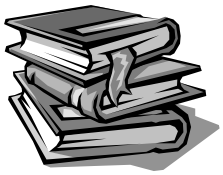
- **Explicarea importanței apariției mezodermului pentru creşterea complexității structurale a organismului.**

Obiective specifice

La sfârşitul unității de învățare cursanții:

1. **Explică motivele schimbării simetriei corpului la animalele bilaterale acelomate.**
2. **Explică efectele apariției simetriei bilaterale şi a celei de a treia foițe embrionare.**
3. **Compară planurile de organizare a corpului la filumurile Plathelminthes, Nemertea şi Gnathostomulida.**
4. **Încadrează sistematic speciile din filumul Plathelminthes, folosind criterii morfologice.**
5. **Stabilesc măsuri de prevenire a bolilor produse de speciile parazite.**
6. **Aplică criteriile morfologice însuşite, în elaborarea cladogramelor şi stabilirea relațiilor filogenetice dintre taxoni.**

6.1. Caracterele generale ale metazoarelor triploblastice



Dacă pentru animalele sesile, sedentare (spongieri, cnidari, ctenofori) simetria radială este ideală, pentru cele care caută activ hrană, adăpost, locuri de odihnă, parteneri de reproducere, sunt necesare alte strategii şi o nouă organizare a corpului.

Deplasarea activă a impus apariția unui corp alungit diferențiat în mai multe regiuni:

Anterioară, capul

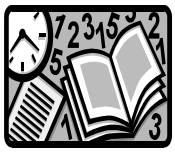
Posterioară, coada

Partea dorsală

Partea ventrală, specializată pentru locomoție.

Corpul este împărțit în câte două jumătăți simetrice prin trei planuri situate perpendicular unul pe celelalte.

A început cefalizarea, concentrarea organelor de simț şi a structurilor nervoase la nivelul capului. Cefalizarea şi simetria bilaterală au evoluat împreună.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 159.

TESTE DE AUTOEVALUARE

1. Cum se numesc planurile care împart corpul în jumătăți simetrice?

R:

2. Cum explicați concentrarea organelor de simț şi a structurilor nervoase în partea anterioară a corpului, la nivelul regiunii cefalice?

R:

Datorită diferențierii celor trei foițe embrionare, aceste metazoare se numesc **triploblaste**. Absența unei cavități a corpului, celom a dat denumirea de **animale bilaterale acelomate**.

Metazoarele triploblaste acelomate prezintă doar un spațiu intern, o cavitate digestivă, pentru că regiunea dintre ectoderm şi endoderm este plină cu mezoderm, sub formă de fibre musculare şi mezenchim.

TESTE DE AUTOEVALUARE

3. Cum se numesc cele trei foițe embrionare?

R:

Metazoarele triploblaste acelomate prezintă o specializare mai avansată comparativ cu animalele diploblastice, întrucât din mezoderm s-au diferențiat noi organe.

<u>Se poate afirma că acelomatele au atins nivelul de organizare al sistemului de organe</u>

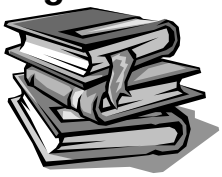
Filumurile Plathelminthes, Nemertea, Gnathostomulida aparțin superfilumului Lophotrochozoa , metazoare care prezintă:

- **segmentare spirală**
- **sistemul nervos cu tendință de centralizare**
- **concentrarea nervilor în partea anterioară**
- **comisurile şi conectivele cu un aranjament scalariform în lungul corpului).**
- **sistem excretor , osmoreglator**

Dintre organismele acestui taxon, nemerțienii au un sistem circulator şi un sistem digestiv complet, prevăzut atât cu orificiu bucal cât şi cu orificiu anal.

6.2 Phylum Plathelminthes

6.2.1. Caractere generale



(Gr *platys ,* plat+*helmins,* vierme).

Acest taxon reuneşte peste 20 000 de specii.

Grupul cuprinde atât specii libere, încadrate exclusiv în Clasa Turbellaria, cât şi specii parazite, încadrate în Clasa Monogenea (cu specii ectoparazite), Trematoda şi Cestoda (cu specii endoparazite).

Numeroase specii parazite au cicluri de viață complicate, cu mai mult de o gazdă: prima gazdă este un nevertebrat, a doua gazdă este de obicei un vertebrat. Anumite stadii larvare pot fi libere.

Au fost descrise şi câteva specii de turbelariate parazite şi simbionte. Majoritatea turbelariatelor sunt bentonice, dulcicole, marine sau trăiesc în mediul terestru, în zonele umede.

6.2.2. Morfologie

Dimensiunea corpului viermilor plați variază între 1 mm şi 25m (*Taeniarhynchus sp.*).

Corpul aplatizat este suplu, foliaceu sau cu aspect de panglică.

Printre țesuturile care se formează din mezoderm amintim **parenchimul,** care umple spațiile dintre organe şi peretele corpului. Acest țesut îndeplineşte multiple funcții:

- asigură suportul scheletic
-depozitează substanțe nutritive
-este rezervă de celule regenerative
-intervine în mobilitatea animalului
-transportă materiale
-interacționează structural cu alte țesuturi
-acumulează oxigen.

Tegumentul

Majoritatea turbelariatelor au o epidermă celulară, ciliată, celulele epiteliale fiind susținute de o membrană bazală de țesut conjunctiv. Epiderma conține pe partea ventrală, a corpului la formele libere, numeroase tipuri de celule glandulare, **rabdite,** celule alungite care se umflă şi formează un strat mucos protector în jurul corpului, ca reacție împotriva deshidratării şi a prădătorilor.

Glandele mucoase unicelulare se deschid la suprafața epidermei, majoritatea ordinelor de turbelariate prezentând în epidermă **organe adezive glandulare**, alcătuite din trei tipuri de

celule:

- **celule lipicioase**
- **celule glandulare de eliberare**
- **celule ancoră.**

Secreţiile celulelor glandulare lipicioase, aparent, leagă microvilii celulelor ancoră de substrat, în timp ce secreţiile celulelor glandulare de eliberare asigură un mecanism rapid chimic, de detaşare (Figura 6.1).

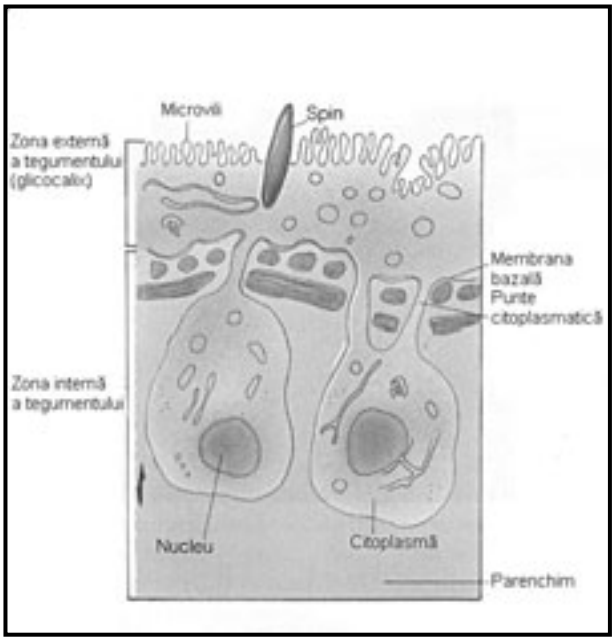
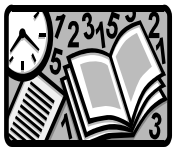


Figura 6.1 Structura tegumentului la trematode (după Miller-Harley, 2005)

În peretele corpului, sub membrana bazală, există straturi de fibre musculare dispuse circular, longitudinal şi diagonal.

O reţea de celule parenchimatice, dezvoltate din mezoderm, umple spaţiile dintre muşchi şi organele viscerale. Celulele parenchimatice, la unele specii de viermi plaţi, nu reprezintă un tip celular special, ci porţiuni necontractile ale celulelor musculare.

Câteva specii de turbelariate au o epidermă sincițială (nucleii nu sunt separați unul de altul prin membrane celulare).



Răspunsul se va încadra în spaţiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 159.

TESTE DE AUTOEVALUARE

4. Comparați nivelul de organizare al spongierilor, cnidarilor, acelomatelor.

5. Definiți parenchimul şi enumerați cinci funcții pe care le realizează.

6. Precizați ce sunt rhabditele?

Sistemul digestiv

Cu excepția cestodelor care sunt lipsite de sistem digestiv, sistemele digestive ale platelminților sunt formate din orificiu buco-anal, faringe şi intestin.

La planarii faringele este protejat de o teacă faringiană, partea sa posterioară deschizându-se la nivelul gurii, prin care se poate devagina.

Glandele faringiene secretă enzime implicate în descompunerea alimentelor în unități mai mici, care pot fi preluate în faringe. În cavitatea digestivă celulele fagocitare înglobează particulele alimentare şi digestia se încheie în vezicule intracelulare.

La turbelariatele din Ordinul Tricladida intestinul este format din trei trunchiuri puternic ramificate: unul anterior, două posterioare (Figura. 6.2.).

Gura trematodelor şi monogenelor se deschide de obicei la capătul anterior sau în apropierea acestuia, într-un faringe musculos, neextensibil. Posterior, esofagul se deschide într-un intestin cu ramificații închise în fund se sac, care de obicei are formă de Y şi este sau nu ramificat, în funcție de specie (Figura 6.3.).

Toate formează o cavitate gastrovasculară căptuşită cu un epiteliu cilindric.

Planariile sunt carnivore, hrănindu-se cu crustacei, nematode, rotiferi şi insecte. Ele pot să detecteze hrana de la distanță cu ajutorul chemoreceptorilor. Îşi capturează prada cu ajutorul secrețiilor mucoase elaborate de glandele mucoase şi de rabdite. O planarie apucă prada cu partea anterioară, îşi strânge corpul în jurul ei, îşi alungeşte proboscisul şi suge hrana în porții mici.

Monogenele şi trematodele se hrănesc pe seama gazdei, consumând fluidele corpului şi depozitele celulare. Secrețiile intestinale conțin enzime proteolitice, necesare pentru digestia extracelulară. Fragmentele de hrană trec în intestin, unde celulele fagocitare ale gastrodermului finalizează digestia (intracelulară). Fragmentele nedigerate sunt eliminate prin faringe.

Întrucât cestodele nu au tract digestiv, ele depind de digestia gazdei şi absorbția se limitează la molecule mici.

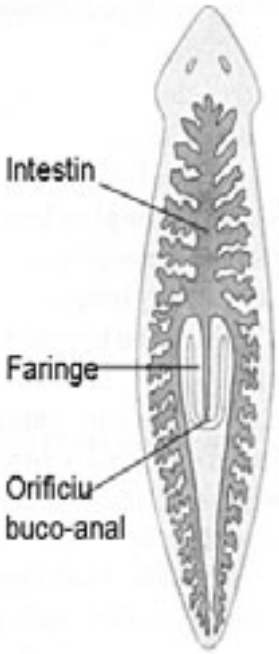


Figura 6.2. Structura sistemului digestiv la planarii (după Miller-Harley, 2005)

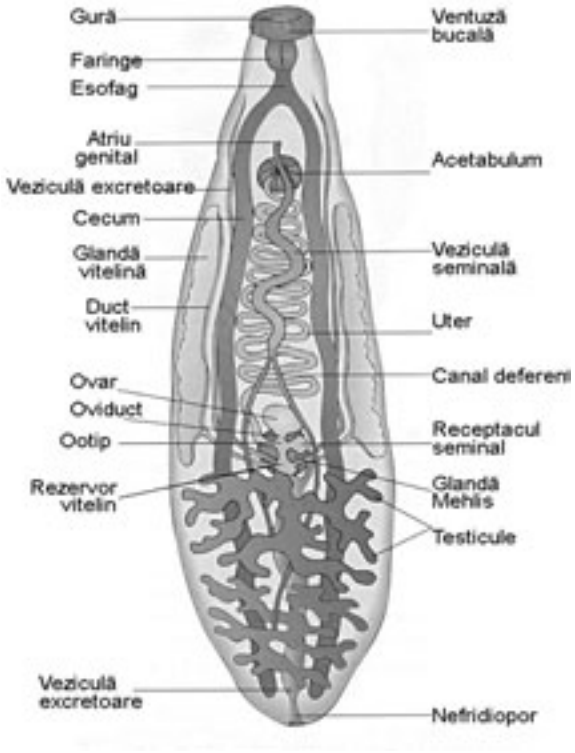


Figura 6. 3.Organizarea internă a corpului la trematodele din Subclasa Digenea (după Miller-Harley, 2005)

Platelminții nu au organe respiratorii, dioxidul de carbon şi oxigenul fiind schimbate prin difuzie la nivelul peretelui corpului.

Sistemul excretor

Cu excepția unor turbelariate, sistemul excretor şi osmoreglator este reprezentat de **protonefridie**, închisă la capătul intern, prevăzută cu celule cu flamură vibratilă. O astfel de celulă are formă de cupă şi un mănunchi de flageli care se prelungesc de pe fața internă a cupei. La unele turbelariate, protonefridia formează un stăvilar. Marginea cupei se prelungeşte cu proiecții digitiforme situate între proiecții asemănătoare ale unei celule tubulare.

Lumenul închis de celula tubulară se continuă cu ducte colectoare care în final se deschid la exterior prin pori.

Flagelii conduc fluidul prin ductele colectoare, asigurând o presiune negativă, care atrage fluidul prin proiecțiile delicate ale stăvilarului.

Peretele ductului, situat deasupra celulei cu flamură, este prevăzut cu microvili care au rol în resorbția anumitor ioni sau molecule.

La planarii, ductele colectoare se ramifică într-o rețea, pe fiecare parte a animalului şi se golesc prin numeroşi **nefridiopori (**Figura 6.4.).

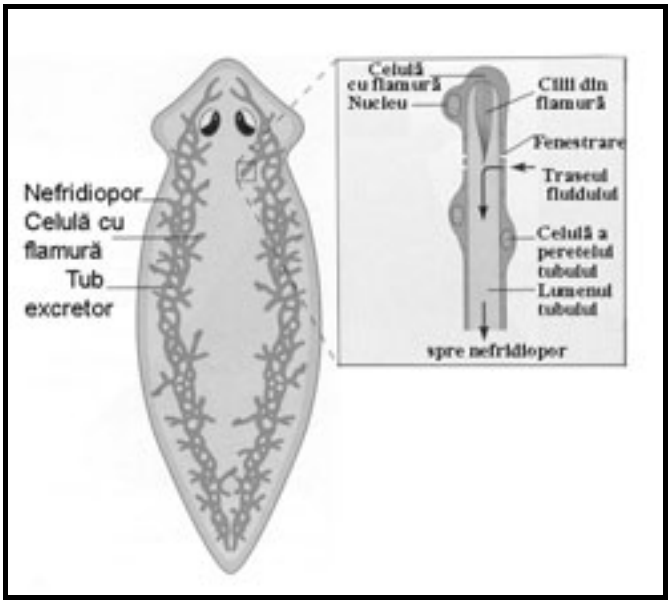


Figura. 6.4. Sistemul excretor la platelminți(după Miller-Harley, 2005)

Acest sistem este în primul rând osmoreglator, întrucât s-a constatat că este redus sau absent la turbelariatele marine, care nu sunt nevoite să elimine excesul de apă.

Monogenele au doi pori excretori care se deschid lateral, în apropierea părții anterioare. Ductele colectoare ale trematodelor se golesc într-o vezică excretoare care comunică cu exteriorul printr-un por terminal.

La cestode există două canale excretoare principale de o parte şi de alta, în tot lungul corpului. Ele se unesc în ultimul proglot pentru a forma o vezică excretoare care se deschide printr-un por terminal. Când ultimul proglot este eliminat, cele două canale se deschid separat.

Deşeurile metabolice sunt îndepărtate frecvent prin difuzie, la nivelul peretelui corpului.

Sistemul nervos

Cel mai primitiv sistem nervos al viermilor plați este un plex nervos subepidermic care seamănă cu rețeaua nervoasă a cnidarilor. Alte specii prezintă suplimentar plexului nervos, 1-5 perechi de cordoane nervoase longitudinale, situate sub stratul muscular.

Planariile dulcicole au doar o pereche ventrală.

Conectivele nervoase formează un aranjament scalariform.

Creierul lor este o masă bilobată, formată din celulele ganglionare ale cordoanelor nervoase ventrale, care au ajuns în partea anterioară.

Cu excepția turbelariatelor din ordinul Acoela, care au un sistem nervos difuz, neuronii sunt senzitivi, motori şi de asociație (Figura 6.5.).

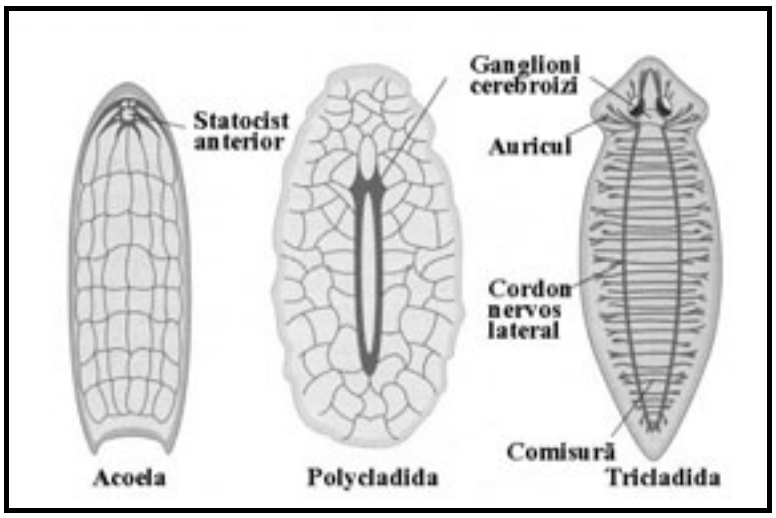


Figura. 6.5. Sistemul nervos la platelminți (Clasa Turbellaria)
(după Miller-Harley, 2005)

Organe de simț

Locomoția activă a viermilor plați a favorizat nu doar cefalizarea sistemului nervos, ci şi evoluția organelor de simț.

Ocelii, sau petele ocelare fotosensibile sunt comune la turbelariate, monogene şi trematode, în stadiile larvare. Aceştia orientează animalele spre lumină, fiecare fiind format dintr-o depresiune cupuliformă, căptuşită cu un strat de pigment negru. Terminațiile nervoase fotoreceptoare din cupă sunt porțiuni ale neuronilor care părăsesc ochiul şi–l conectează cu ganglionul cerebroid.

Celulele tactile şi **chemoreceptoare** ajută la localizarea hranei, concentrându-se pe suprafața corpului. La planarii, ele formează organe diferențiate pe auricule (lobi asemănători urechilor, situați pe părțile laterale ale capului). Unele specii au de asemenea **statocişti** pentru echilibru şi **reoreceptori** pentru simțul direcției sau al curentului apei.

Terminațiile senzitive sunt concentrate în jurul ventuzei bucale a trematodelor, a scolexului cestodelor şi în jurul porilor genitali ai ambelor grupe.

Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 159.

TESTE DE AUTOEVALUARE

7. Din ce foiță embrionară provine protonefridia?

8. Precizați două funcții pe care le îndeplineşte protonefridia.

9. Dați cel puțin patru exemple de receptori la platelminți .

Reproducere şi regenerare

Numeroase turbelariate se reproduc atât sexuat cât şi asexuat (prin diviziune). Planariile de apă dulce se strangulează în urma faringelui, se separă în două animale, fiecare regenerându-şi partea absentă a corpului. Există dovezi care sugerează că o densitate populațională redusă determină creşterea ratei de diviziune. Se întâmplă ca unii indivizi care parcurg procesul diviziunii să rămână legați între ei şi să formeze lanțuri de **zooizi.** (Figura 6.6.).

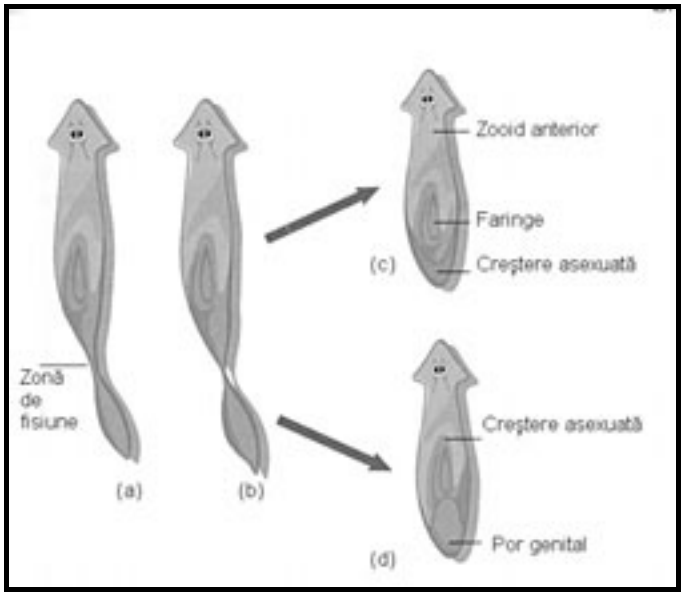


Figura 6.6. Reproducerea asexuată la planarii (după Miller-Harley, 2005)

Trematodele se reproduc asexuat în gazdele lor intermediare, melcii.

Viermii plați sunt în general hermafrodiți, dar au fecundație încrucişată.

Sistemul genital femel este format din una sau mai multe perechi de ovare continuate cu oviducte care ajung într-o cameră genitală, aflată în legătură cu mediul extern printr-un orificiu genital. La unele turbelariate vitelusul, sursa nutritivă a unui embrion în dezvoltare, se găseşte în ou (**ou endolecit**). În cursul embriogenezei are loc segmentarea spirală determinată, tipică pentru protostomieni.

Alte turbelariate, trematode, monogene şi cestode au gameții femeli lipsiți de vitelus sau cu vitelus puțin, furnizat de celule eliberate de organe specializate denumite **vitellaria**. Celulele viteline sunt conduse la zona de întâlnire a oviductului cu ductele viteline. De obicei un număr de celule viteline înconjoară oul care este de tip **ectolecit**.

Asamblarea celulelor viteline şi a zigotului, înconjurat de coajă, are loc în uter.

În final oul este eliminat printr-un por genital comun sau por uterin separat.

Organele reproducătoare masculine sunt **testiculele,** de la care pornesc **canale eferente.** Acestea se unesc şi formează un **canal deferent** deschis în **vezicula seminală,** continuată cu un organ copulator extensibil, denumit **cirr** sau cu o papilă, denumită **penis.**

În cursul perioadei de reproducere, turbelariatele dezvoltă atât organe masculine cât şi femele, care comunică cu exteriorul printr-un

por genital comun. După copulație, unul sau mai multe ouă fecundate şi celule viteline sunt închise într-un mic cocon ataşat de plante sau pietre. Embrionii se transformă în juvenili care seamănă cu adulții. La unele forme marine, embrionii se transformă în larve libere ciliate.

Monogenele au larve libere, care se ataşează de următoarea gazdă şi se transformă în juvenili. Din oul trematodelor eclozează o larvă ciliată care pătrunde în gazda intermediară, un melc sau eclozează doar dacă a fost înghițită de un melc.

La majoritatea cestodelor doar după ce oul a fost consumat de gazda intermediară este posibilă ecloziunea larvei.

6.2.3. Clasificare

Cuprinde aproximativ 3000 de specii libere a căror lungime variază între 5mm-50cm. Se deplasează prin târâre, combinând acțiunea musculară cu cea ciliară.

Gura se deschide pe partea ventrală a corpului

Spre deosebire de trematode şi cestode, au cicluri simple de viață.

6.2.3.1. Clasa Turbellaria

Planariile înoată cu ajutorul cililor, alte specii alunecă pe secreția mucoasă a glandelor adezive marginale, ținând capul uşor ridicat. Mucusul asigură fixarea şi ajută cilii la tractarea corpului. Undele contracțiilor musculare se propagă din partea posterioară spre partea anterioară. Policladele mari şi turbelariatele terestre se târăsc prin mişcări ondulatorii foarte asemănătoare melcilor.

Numeroase sinapomorfii, cum ar fi epiderma înfundată, dezvoltarea ectolecită, demonstrează că unele turbelariate sunt mai apropiate filogenetic de trematode, monogene şi cestode decât de alte turbelariate.

Turbelariatele ectolecite par să formeze o cladă împreună cu trematodele, monogenele şi cestodele prin excluderea turbelariatelor endolecite.

Turbelariatele endolecite sunt de asemenea parafiletice; prezența unui sistem adeziv glandular dual la anumite turbelariate endolecite, sugerează apropierea de viermii plați ectoleciți cu care ar putea forma o cladă, prin excluderea altor linii de turbelariate endolecite.

Principalele caractere folosite în delimitarea ordinelor de turbelariate sunt:

forma intestinului (prezent sau absent; simplu sau ramificat; tipul de ramificare)

faringele (simplu, plat, bulbos).

Cu excepția Ordinului Polycladida, (Gr. *poly*, multe + *klados*, ramură) turbelariatele cu ouă endolecite au faringe simplu, intestin simplu sau sunt lipsite de intestin. La câteva specii nu s-a descris faringele.

Policladele (**Ordinului Polycladida**) au un faringe pliat şi un intestin cu multe ramuri. Acest grup include forme marine cu dimensiuni cuprinse între 3-40mm şi un intestin puternic ramificat.

Reprezentanții **Ordinului Tricladida** (Gr.*treis*, trei+*klados*, ramură) sunt specii ectolecite, planarii de apă dulce, care au intestinul prevăzut cu trei ramuri.

Membrii **Ordinului Acoela** (Gr. *a*, fără + *koilos,* gol) s-au modificat față de forma ancestrală, dovezile moleculare sugerând că nu ar trebui plasate în Phylumul Plathelminthes şi că reprezintă cea mai timpurie linie divergentă a bilateralelor.

Corpul are dimensiuni reduse, prezintă gură, dar este lipsit de cavitate gastrovasculară şi sistem excretor. Hrana trece din gură în spații temporare înconjurate de mezenchim, unde celulele fagocitare gastrodermice o digeră intracelular.

Au o mare putere de regenerare, un fragment prelevat din mijlocul corpului poate să regenereze atât capul cât şi coada. Cu toate acestea, fragmentul reține polaritatea originară: capul se diferențiază în partea anterioară şi coada în extremitatea posterioară.

6.2.3.2. Clasa Trematoda

Cuprinde specii în general endoparazite la vertebrate, care se hrănesc cu celule sau fragmente celulare. Corpul lor are aspect foliaceu şi seamănă, în mare măsură, cu turbelariatele ectolecite.

Cea mai mare deosebire se remarcă în structura tegumentului lipsit de cili în stadiul de adult. Regiunea externă este alcătuită dintr-un strat de proteine şi hidrați de carbon, denumit **glicocalix** (Figura. 6.1.), care transportă substanțe nutritive, deşeuri, şi gaze prin peretele corpului, protejează viermele împotriva enzimelor şi sistemului imun al gazdei.

Dintre **adaptările la viața parazită** amintim:

- glande de penetrare
- glande care produc materialul chistului
- organe de adeziune: cârlige, ventuze (o ventuză orală care înconjoară gura şi o ventuză medio-ventrală, denumită **acetabulum**)
- mare capacitate de reproducere.

Dintre **caracterele de asemănare cu turbelariatele** amintim:

- tub digestiv bine dezvoltat, având orificiul buco-anal situat la capătul anterior, faringe musculos şi două ramuri intestinale închise în fund de sac
- structura asemănătoare a sistemului genital, excretor şi nervos
- musculatura şi parenchimul sunt doar uşor modificate față de turbelariate
- Organele de simț sunt slab dezvoltate.

Subclasa Digenea

(Gr. *dis*, dublu+*genos*, cursă) cuprinde specii cu importanță economică şi medicală, cu un ciclu de viață complicat, cu două gazde: o **gazdă intermediară** reprezentată de specii de moluşte şi o **gazdă definitivă** (în care are loc reproducerea sexuată) reprezentată de un vertebrat. La anumite specii apare o a doua sau chiar a treia gazdă intermediară.

Grupul s-a diversificat puternic, parazitând toate tipurile de gazde vertebrate. Ocupă o mare varietate de situsuri în gazdele lor:

-toate segmentele tubului digestiv

-tractul respirator
-sistemul circulator
-tractul urinar
-tractul genital

Cu toate că ciclurile de dezvoltare se deosebesc în funcție de specie, principalele etape sunt:

Ou; miracidium; sporochist; redie; cercar; metacercar.

Oul (sau embrionul cu înveliş) trece din corpul gazdei definitive în fecale, urină etc. şi trebuie să ajungă în apă pentru a se dezvolta. Aici eclozează o larvă ciliată liberă, care înoată, **miracidium**. Aceasta penetrează țesuturile melcului transformându-se într-un **sporochist,** care se reproduce asexuat, formând mai mulți sporochişti sau **redii.** La rândul ei, redia se reproduce asexuat pentru a forma mai multe redii sau **cercari**. În acest mod un singur ou generează un număr mare de descendenți. Cercarii părăsesc corpul gazdei intermediare şi pătrund în a doua gazdă intermediară sau închistează pe materialul vegetal înconjurător sau pe alte obiecte, transformându-se în **metacercari**. Din metacercarii înghițiți de gazda definitivă, se formează **adulții**.

Una dintre cele mai comune specii este *Fasciola hepatica* (viermele de gălbează), parazit al căilor biliare la oi şi la alte specii de rumegătoare (Figura 6.7.).

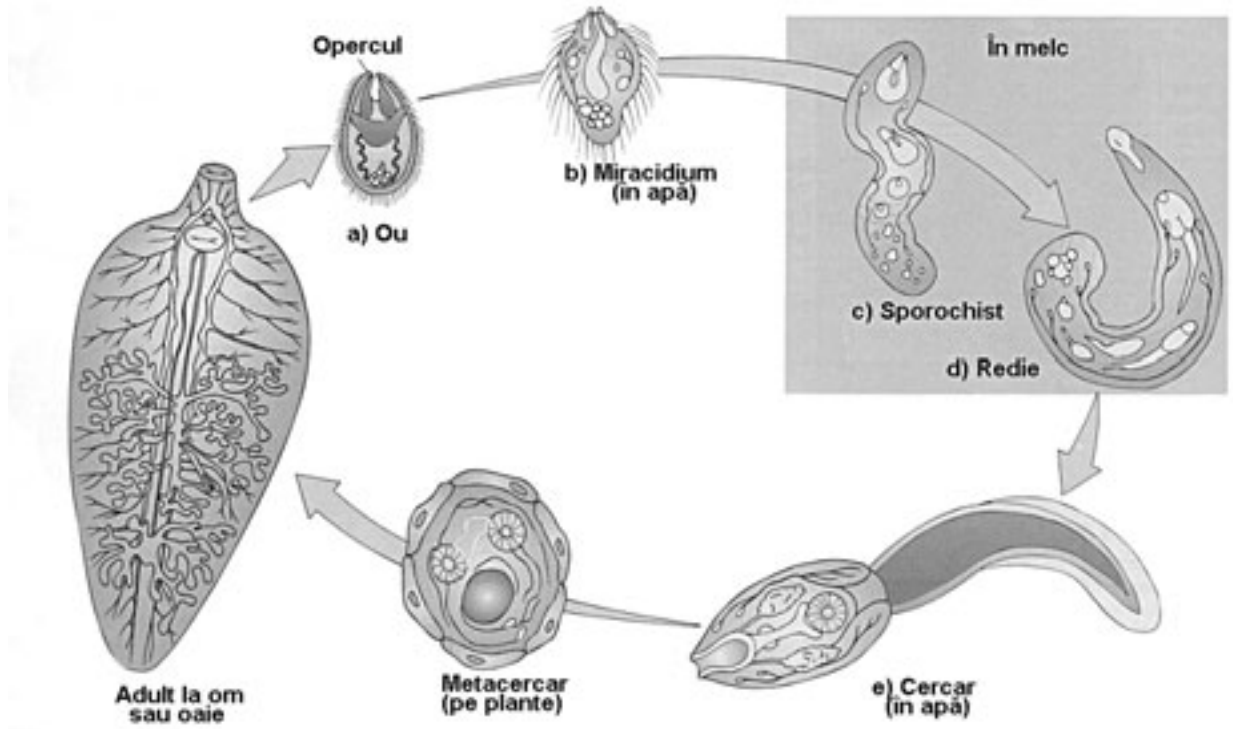


Figura 6.7. Ciclul de dezvoltare la *Fasciola hepatica* (după Miller-Harley, 2005)

Specii care infestează omul

Clonorchis sinensis (Gr. *clon*, ramură+*orchis ,* testicul) este un parazit al omului, răspândit în estul şi sud-estul Asiei. Parazitează de asemenea câini, pisici şi porci. Boala se instalează în urma consumului de peşte crud, în care se găsesc metacercarii.

Corpul său măsoară 10-20 mm lungime şi prezintă o structură asemănătoare multor specii de trematode.

Prezintă o **ventuză bucală** şi o **ventuză ventrală.**

Sistemul digestiv este alcătuit din: orificiul buco-anal care se deschide în centrul ventuzei bucale, faringe, esofag musculos, cecumuri intestinale neramificate.

Sistemul excretor constă din două tuburi protonefridiene, ramificate, prevăzute cu celule cu flamură vibratilă. Cele două tuburi se unesc pentru a forma o vezică mediană care se deschide la exterior.

Sistemul nervos prezintă anterior doi ganglioni cerebroizi, conectați cu cordoane longitudinale, prevăzute cu conective transverse.

Sistemul reproducător este hermafrodit şi complex format din două **testicule** ramificate de la care pornesc două **canale eferente**. Acestea se unesc într-un **canal deferent** care se dilată într-o **veziculă seminală,** continuată cu un **canal ejaculator**. Acesta se deschide la exterior prin orificiul genital spre deosebire de majoritatea trematodelor.

Schistosoma mansoni răspândită în Africa, America de Sud şi Centrală trăieşte în sângele uman.

Schistosoma haematobium - Africa

Schistosoma japonicum - estul Asiei

Paragonimus westermani -Asia, Oceania, Africa, America Centrală. Instalarea parazitozei se datorează consumului de peşte, crabi, creveți cruzi.

Fasciolopsis buski- Asia. Boala apare ca urmare a ingestiei metacercarilor de pe vegetația acvatică.

Fasciola hepatica- Boala se declanşează prin consumul de metacercari de pe vegetația acvatică; ocazional infestează omul.

6.2.3.3.Clasa Monogenea

Este formată doar din specii parazite pe branhiile şi suprafețele externe ale peştilor, hrănindu-se cu celule, mucus sau sânge. Câteva specii trăiesc în vezica urinară a amfibienilor şi broaştelor țestoase şi una parazitează ochii hipopotamului.

În condiții naturale, aceşti paraziți produc puține tulburări gazdelor lor. Ele devin o amenințare doar atunci când gazdele lor se aglomerează.

Ciclul de dezvoltare este direct, cu o singură gazdă. Din ou eclozează o larvă ciliată denumită miracidium, care se ataşează de gazdă sau înoată înainte de ataşare, denumită **oncomiracidium**. Aceasta este prevăzută cu cârlige în partea posterioară, care devin cârligele organului posterior de fixare al adultului, denumit **opisthaptor**. Exemplu: *Gyrodactylus***,** *Dactylogyrus***,** ambele cu importanță economică pentru piscicultură, *Polystoma,* descoperită în vezica urinară a amfibienilor (Figura 6.8.)

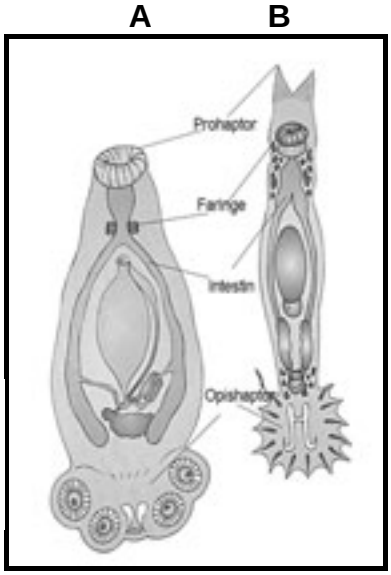
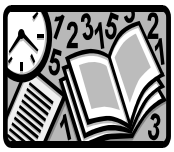


Figura 6.8. *Sphyranura* (A) şi *Gyrodactilus* (B) (după Miller-Harley, 2005)



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 159

TESTE DE AUTOEVALUARE

10. Prin ce se deosebeşte oul ectolecit de cel endolecit?

11. Ce criterii morfologice se folosesc în clasificarea turbelariatelor?

12. Dați patru exemple de adaptări la viața parazită.

13. Ce este opisthaptorul? La ce grup ați întâlnit această structură?

6.2.3.4. Clasa Cestoidea

Aceşti viermi plați se deosebesc de celelalte grupe de platelminți amintite, prin forma corpului, aplatizat, cu aspect de panglică, format din unități denumite **proglote**. Ansamblul proglotelor constituie **strobilul**. Cea mai specializată structură a corpului este **scolexul**, organul de fixare, prevăzut cu ventuze şi coroane de cârlige. Scolexul se continuă cu o zonă germinativă, în care se formează noi proglote. Pe măsură ce se formează proglote mai tinere, cele vechi sunt deplasate posterior şi gonadele lor se maturează. Un proglot este fecundat de un alt proglot al aceluiaşi strobil sau de proglotul altui strobil (Figura 6.9.).

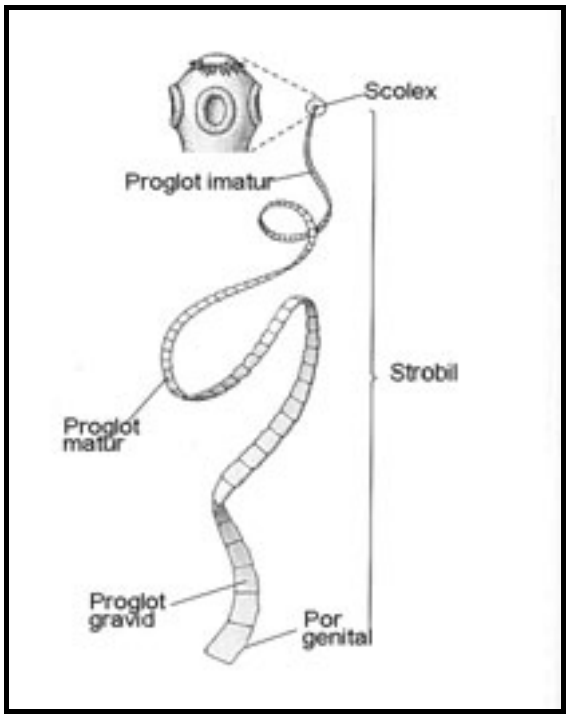


Figura 6.9. Morfologia externă a cestodelor (după Hickman şi colab, 2004)

Tegumentul sincițial al adulților este lipsit de cili, pe întreaga suprafață a corpului cestodelor existând proiecții similare microvililor, denumite **microtrichii**, care măresc suprafața tegumentului, vitală pentru absorbția de substanțe nutritive a acestor specii parazite.

- **Nu prezintă sistem digestiv.**
- **Majoritatea speciilor sunt hermafrodite**.

Fiecare proglot conține unul sau două seturi complete de organe reproducătoare femele şi masculine. Testicule numeroase sunt răspândite în tot proglotul. Spermatozoizii sunt conduşi printr-un sistem de ducturi la organul copulator, **cirr,** care se deschide în exterior prin porul genital comun.

Ovulele sunt produse de o singură pereche de ovare.

Spermatozoizii partenerului sunt acumulați într-un receptacul seminal şi fecundează ovocitele pe măsură ce acestea se deplasează prin oviduct. Ulterior celulele viteline se aglomerează pe suprafața ouălor în **ootip**.

Ootipul este o regiune lărgită a oviductului, care formatează capsulele în jurul oului. În jurul ootipului se dezvoltă o glandă a cărei secreție ajută la formarea capsulei oului, **glanda Mehlis**. În uterul saciform, se acumulează ouăle. Pe măsură ce ouăle se aglomerează în uter, anumite structuri ale sistemului genital degenerează (Figura 6.10.).

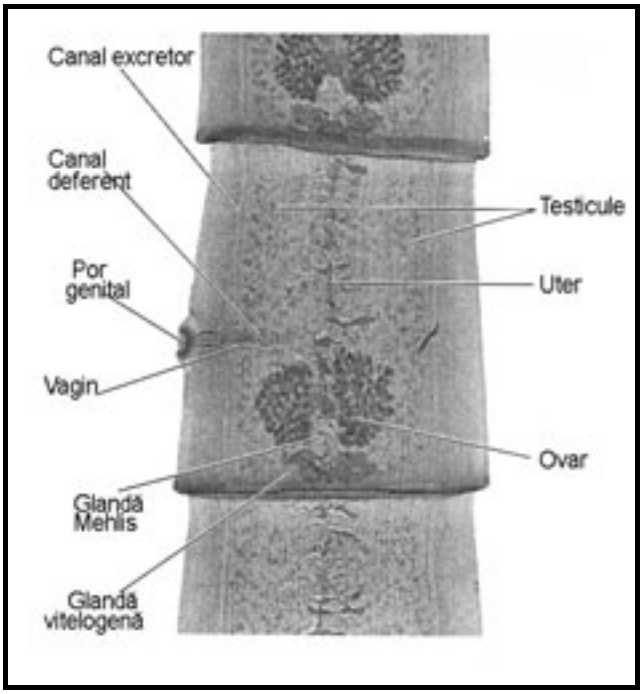


Figura 6.10. Structura sistemului genital la *Taenia pisiformis* (după Hickman şi colab., 2004)

Musculatura corpului este bine dezvoltată.

Sistemele excretor şi nervos sunt asemănătoare celor descrise la celelalte grupe de patelminți.

Sunt specii lipsite de organe de simț datorită modului lor de viață, însă în tegument există terminații senzoriale, provenite prin modificarea cililor.

În general, pentru a-şi completa ciclul de dezvoltare, au nevoie de două gazde. În stadiul de adult parazitează tubul digestiv al vertebratelor. Gazda intermediară este deseori un nevertebrat.

a) Subclasa Cestodaria este alcătuită din reprezentanți endoparaziți în intestinul şi celomul peştilor primitivi. Corpul lor nu este divizat în proglote ca la alte cestode.

b) Subclasa Eucestoda

1.*Taenia saginata*-specia cea mai comună, care parazitează omul; boala apare datorită consumului de carne de vită insuficient pregătită prin fierbere sau prăjire. Trăieşte în intestinul omului. Formele juvenile sunt identificate în țesutul intermuscular al vitelor.

Scolexul este prevăzut cu patru ventuze pentru fixarea de peretele intestinal.

Strobilul poate fi format din 2 000 de proglote, depăşind lungimea de 10 m. Proglotele mature care conțin larve, se detaşează şi trec în fecale.

Tuburile excretoare din scolex sunt în legătură prin canale transversale în fiecare proglot şi se asociază cu celule cu flamură vibratilă. Există două cordoane nervoase longitudinale, care se desprind dintr-un inel nervos.

În fiecare proglot matur există un sistem genital hermafrodit.

Larvele, denumite **oncosfere** sunt înghițite de vite şi îşi folosesc cârligele pentru a trece prin peretele intestinal în sânge sau vase limfatice, ajungând în muşchi, unde închistează şi devin **cisticerci.** Aceştia dezvoltă un scolex invaginat şi rămân într-o stare dormindă. Prin consumul de carne de vită, cisticercii ajung în tubul digestiv, peretele lor se dizolvă, scolexul evaginează şi se ataşează de mucoasa intestinală (Figura 6.11.).

Taenia solium-specie mai puțin frecventă; boala pe care o produce, apare datorită consumului de carne de porc, insuficient pregătită. Scolexul este prevăzut atât cu ventuze, cât şi cu cârlige. Este o specie deosebit de periculoasă, întrucât cisticercii se dezvoltă şi la om, în creier şi în ochi, boala numindu-se **cisticercoză umană.** Există riscul orbirii sau al apariției unor simptome neurologice severe.

Diphyllobothrium latum – boala pe care o provoacă apare frecvent în zona Marilor Lacuri din Statele Unite datorită consumului de peşte crud. Parazitul a fost identificat în intestinul omului, câinelui, pisicii şi al altor specii de mamifere. Stadiile juvenile se formează la peşti şi crustacei. Corpul parazitului poate atinge 20 m lungime, fiind considerat cel mai mare cestod care parazitează intestinul omului.

Dipylidium caninum- apare cu frecvență moderată în locuri murdare frecventate de copii.

Hymenolepis nana- specie comună

Echinococcus granulosus-infestarea se produce prin contact cu câini. Boala, denumită **hidatidoză,** este comună în zonele în care oamenii se află în contact strâns cu câinii şi rumegătoarele. Parazitul formează chişti.

Adulții se dezvoltă la canine, iar stadiile juvenile au fost semnalate în corpul a peste 40 de specii de mamifere (om, maimuță, oaie, vite, ren, etc.).

În gazda intermediară, omul, juvenilii formează un **chist hidatic**, care creşte lent, dar timp îndelungat, atingând, în ficat, mărimea unei mingi de baschet. Dacă acest chist se dezvoltă în inimă sau în

sistemul nervos, se manifestă rapid tulburări grave.

Echinococcus multilocularis- formează chişti; infestarea se produce prin contact cu vulpi. Este o specie mai puțin comună.

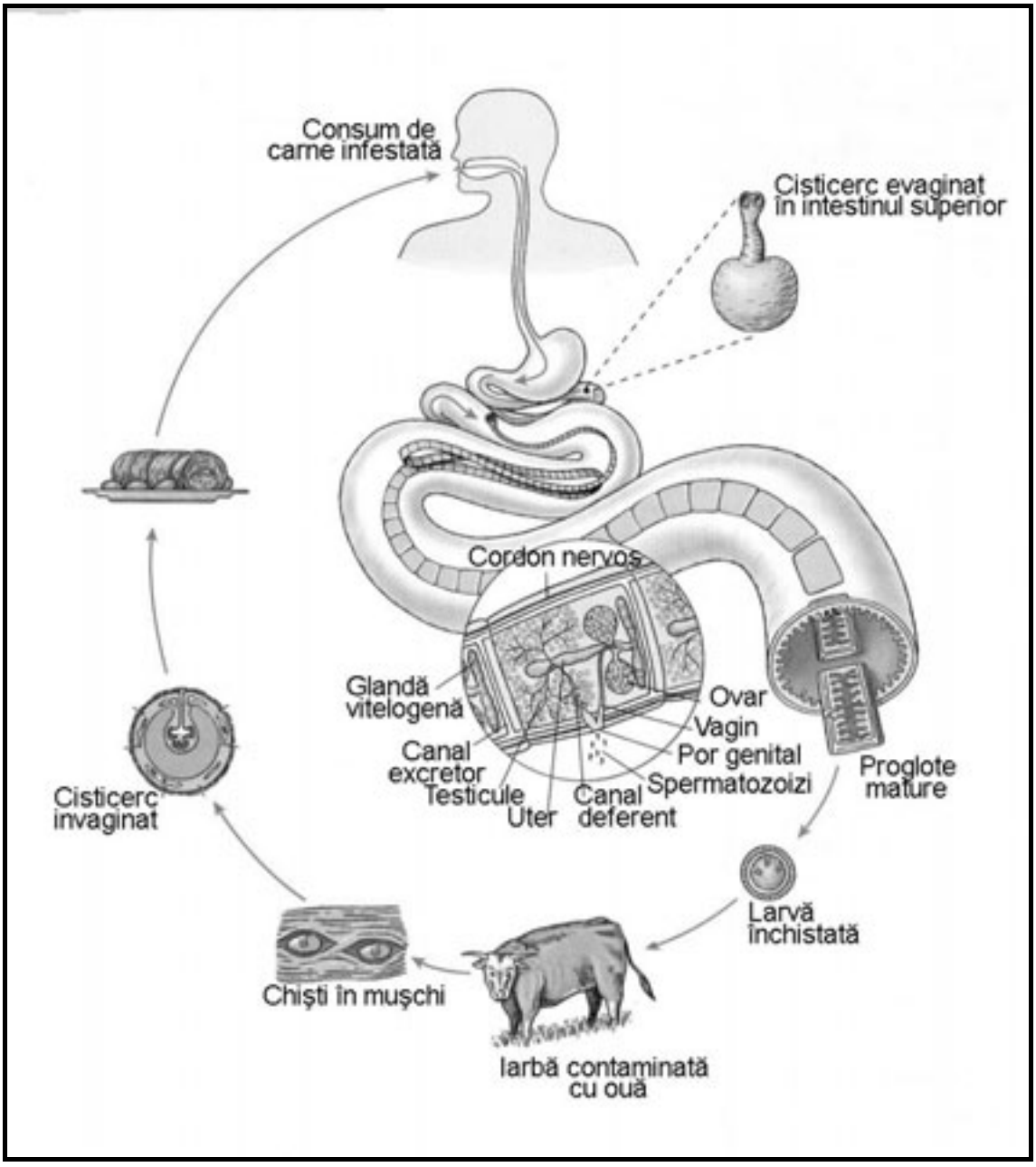
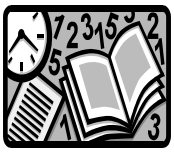


Figura 6.11. Ciclul de dezvoltare la *Taenia saginata*
(după Hickman şi colab., 2004)



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 159

TESTE DE AUTOEVALUARE

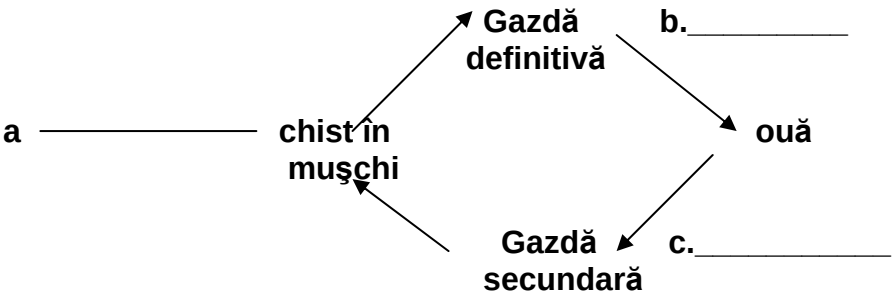
14. Completați spațiile libere din text cu termenii adecvați. Animalele cu trei foițe embrionare se numesc _____ şi prezintă simetrie_____.

15. Completați următorul tabel pentru a compara hidra cu planaria

	Hidră	Planarie
Planul corpului		
Cefalizare		
Număr de foițe germinative		
Organe		
Simetrie		

16. Corpul unui cestod este alcătuit din următoarele regiuni:
a)
b)
c)

17. Completați în diagrama de mai jos pe a), b), c)



18. Completați următorul tabel pentru a compara structura viermilor paraziți cu cea a planariei

Structura corpului	Tenie	Planarie
Ochi		
Sistem nervos		
Sistem digestiv		
Sistem reproducător		

19. Care sunt argumentele care justifică gruparea filumurilor Plathelminthes, Nemertea, Gnathostomulida?

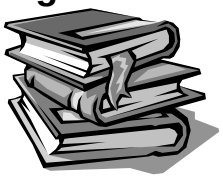
20. Enumerați caracterele noi apărute la platelminți comparativ cu cnidarii.

21. Explicați avantajele apariției mezodermului la metazoarele acelomate.

22. Cum se pot preveni bolile provocate la om de cestode?

6.3. Phylum Nemertea

6.3.1. Caractere generale



Nemerțienii sunt specii contractile cu corp filiform, cilindric anterior şi aplatizat posterior, cu simetrie bilaterală.

Epiderma ciliată conține celule glandulare şi uneori rabdite.

În cavitatea corpului există un parenchim parțial gelatinos.

Acestor animale le este caracteristică o structură devaginabilă, **proboscisul**, prevăzută cu teacă, **rhyncocel** şi cu un **stilet**, situat într-o cavitate dorsală față de tubul digestiv. (Figura 6.12.).

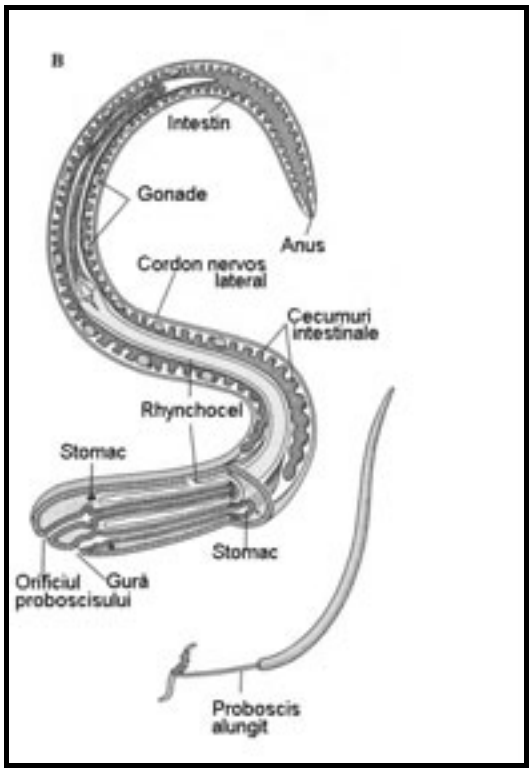


Figura. 6.12. *Amphiporus* cu proboscisul devaginat pentru capturarea prăzii (după Hickman şi colab., 2004)

Sistemul nervos

Sistemul nervos este format dintr-un creier cu patru lobi conectat cu trunchiuri nervoase longitudinale sau, la alte specii, cu trunchiuri medio-dorsale şi medio-ventrale. De o parte şi de alta a capului există **gropițe ciliate** senzoriale sau fante cefalice care aduc creierului informații din mediul extern. La unele specii s-au descris organe tactile şi oceli.

Musculatura

Musculatura peretelui corpului este diferențiată în **musculatură circulară,** spre exterior şi **longitudinală,** spre interior, cu fibre diagonale interpuse între cele două straturi. Uneori apare un strat suplimentar de fibre musculare circulare, situat sub cel longitudinal.

Se deplasează prin alunecare sau prin contracții musculare.

Sunt considerate metazoare acelomate deşi rhyncocelul poate fi considerat un celom adevărat.

Sistemul digestiv

Sistemul digestiv complet, este prevăzut cu orificiu bucal şi anal, care facilitează eliminarea resturilor nedigerate. Astfel ingestia şi eliminarea resturilor nedigerate pot avea loc simultan.

Sunt specii carnivore care consumă anelide şi alte nevertebrate.

Prada este porționată cu ajutorul proboscisului, situat în cavitatea internă (rhyncocel), dorsal față de tubul digestiv.

Proboscisul este un tub muscular, închis în fund de sac, care se deschide anterior printr-un orificiu. Presiunea musculară exercitată asupra rhyncocelului produce evaginarea proboscisului, prin orificiu şi etalarea stiletului. Această formațiune lipicioasă se încolăceşte în jurul prăzii pe care o străpunge în mod repetat cu stiletul şi o stropeşte cu o secreție toxică. Prin retragerea proboscisului, prada ajunge în gură.

Sunt cele mai simple animale la care există un **sistem circulator închis**, alcătuit din două sau trei trunchiuri longitudinale. Curgerea neregulată a sângelui este asigurată de pereții contractili ai vaselor. Unele specii au celule sanguine.

Sistemul excretor

Sistemul excretor este reprezentat prin două canale spiralate care se ramifică şi conțin celule cu flamură vibratilă.

Asocierea protonefridiilor cu sistemul circulator demonstrează că funcția lor este excretorie şi nu doar osmoreglatoare, ca la platelminți. (Figura 6.13.).

Nu au sistem respirator.

Sistemul reproducător

În general sunt specii cu sexe separate, caracter prin care se deosebesc de viermii plați, puține sunt hermafrodite.

Se reproduc sexuat, dar şi asexuat, prin **fragmentare** şi **regenerare**. Larva ciliată se numeşte **pilidium** şi se aseamănă cu larva trocoforă a anelidelor şi moluştelor.

În general populează mediul marin, la adâncimi de 5-8 m, unele trăiesc în tuburi gelatinoase, puține sunt parazite şi măsoară aproximativ 20 cm, *Lineus longissimus* ajunge însă la 30 m.

Până în prezent au fost descrise aproximativ 650 de specii.

Exemple:*Cerebratulus,* trăieşte în cochilii de moluşte, *Prostoma rubrum*-20 mm, specie dulcicolă.

6.4. Phylum Gnathostomulida

6.4.1. Caractere generale

Prima specie a filumului a fost observată în anul 1928 în Marea Baltică, dar descrierea sa nu a fost publicată până în 1956.

Sunt animale delicate vermiforme, cu dimensiuni cuprinse între 0.5-1 mm lungime. Trăiesc în interstițiile sedimentelor de coastă, tolerând concentrații foarte scăzute de oxigen. Apar în număr mare şi frecvent în asociație cu gastrotrichi, nematode, ciliate şi tardigrade.

Sunt lipsite de pseudocel, sistem circulator şi anus.

Parenchimul este slab dezvoltat, iar faringele este prevăzut cu o pereche de fălci laterale, folosite pentru a răzui fungii şi bacteriile de pe substrat.

Deşi epiderma este ciliată, fiecare celulă epidermică nu are decât un cil, situație rar întâlnită.

Animalele se deplasează prin alunecare, înoată în bucle sau în spirală.

Au sexe separate sau sunt hermafrodite. Fecundația este internă.

Exemplu: *Gnathostomula jenneri* (Figura. 6.14)

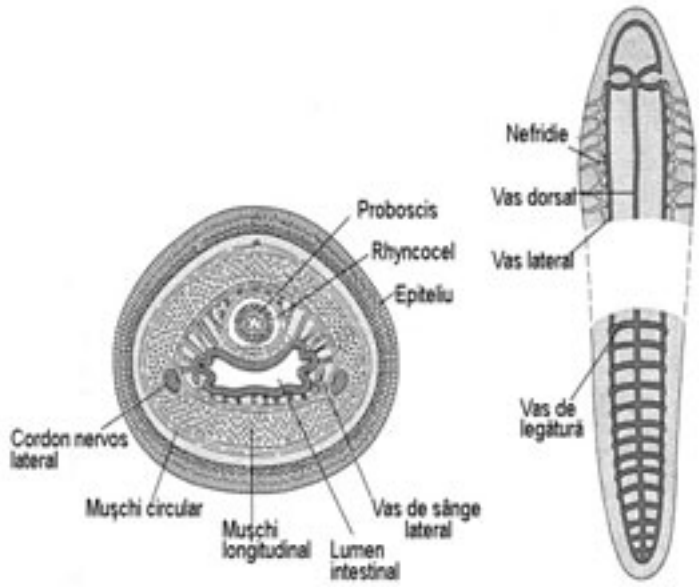


Figura .6.13. Secțiune transversală prin corp de nemerțian

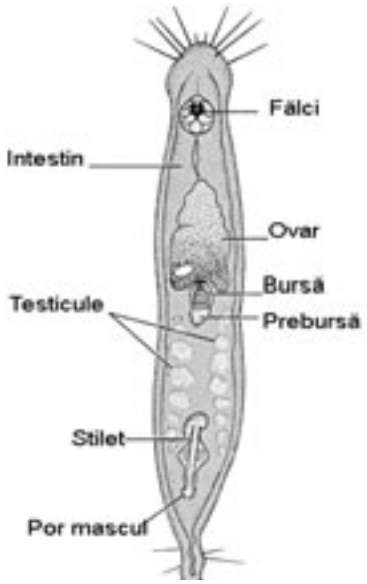


Fig. 6.14. Organizarea internă la *Gnathostomula jenneri* (după Hickman şi colab., 2004)

6.5.Filogenie

Platelminții au provenit din strămoşi care, probabil, au avut multe caractere asemănătoare cnidarilor, inclusiv o mezoglee gelatinoasă.

Înlocuirea acesteia cu un parenchim mezodermic celular a pus bazele unei organizări mai complexe.

Parenchimul este o formă de integrare tisulară care conține mai multe celule şi fibre decât mezogleea cnidarilor. Acesta este alcătuit din corpurile celulare necontractile ale celulelor musculare care conțin nuclei şi alte organite. Corpul celular se află în legătură cu o porțiune contractilă, într-un mod asemănător cu cel descris la celulele epiteliomusculare ale cnidarilor.

Din strămoşul planuloid s-au desprins pe de-o parte descendenți sesili sau plutitori, cu simetrie radiară, care au devenit cnidari şi animale târâtoare cu simetrie bilaterală .

Dovezile moleculare sugerează că Ordinul Acoela este grup soră cu toate animalele bilaterale (Figura 6.15.).

Relațiile filumurilor Nemertea şi Gnathostomulida sunt neclare, aparent fiind încadrate în Suprafilumul Lophotrochozoa.

Asemănările ultrastructurale ale fălcilor gnatostostomulidelor şi ale trophi-lor rotiferilor sugerează că aceste două filumuri sunt grupuri soră.

Descoperirea unui grup de anelide, Lobatocercebridae, care prezintă atât caractere de platelminți cât şi de anelide, sugerează că planul de organizare al acelomatelor este un caracter secundar, situație în care viermii plați ar reprezenta o ramură laterală, rezultată prin pierderea cavității corpului.

Modurile de viață liber şi parazit au apărut ca alternative diferite în perioada Cambrianului, acum 600 de milioane de ani.

Primele forme parazite s-au asociat probabil cu moluştele, artropodele şi echinodermele primitive.

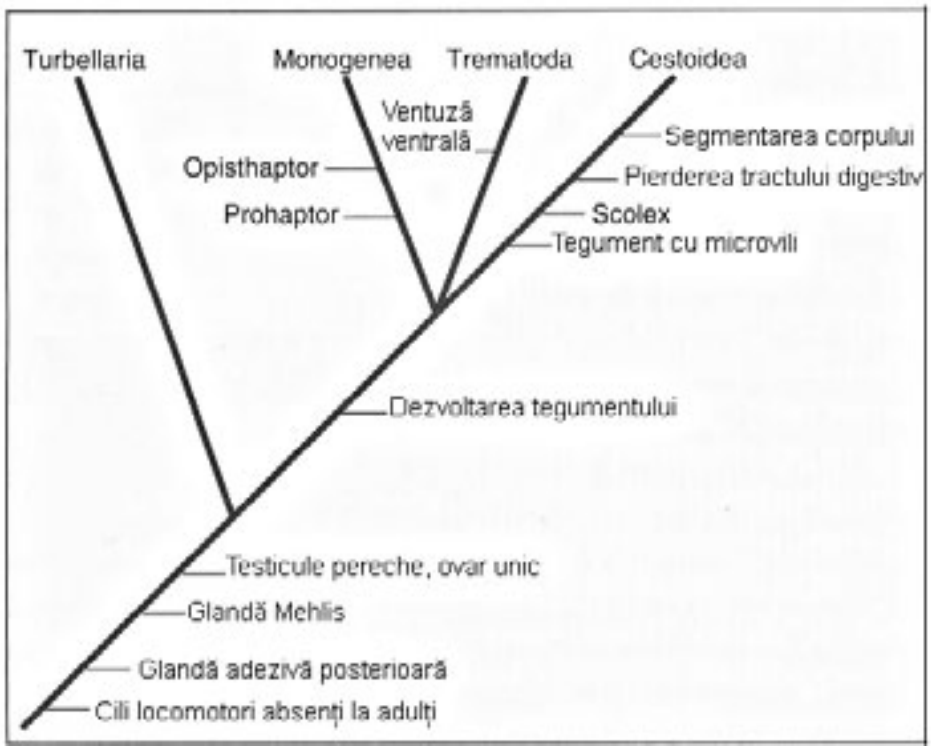


Figura. 6.15. Cladogramă care stabileşte relațiile evolutive dintre clasele de platelminți (după Miller-Harley, 2005)

6.6. Rezumat

Filumurile Plathelminthes, Nemertea şi Gnathostomulida (din Supraphylumul Lophotrochozoa) cuprind cele mai primitive animale cu simetrie primar bilaterală, cu o singură cavitate digestivă, spațiul dintre ectoderm şi endoderm fiind umplut de mezoderm, sub formă de fibre musculare şi mezenchim.

Simultan cu simetria bilaterală, evoluează cefalizarea şi într-o oarecare măsură, centralizarea sistemului nervos, mai evidentă la tipul scalariform.

Întrucât corpul lor se diferențiază din trei foițe embrionare şi este lipsit de celom, se numesc triploblaste acelomate.

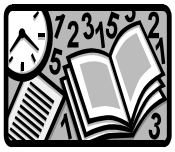
Suprafața corpului turbelariatelor este un epiteliu celular, în parte ciliat, care conține celule mucoase şi rabdite cu rol în locomoție. Membrii celorlalte clase de platelminți sunt acoperiți de un tegument sincițial neciliat, cu citoplasmă veziculară distală şi corpii celulari sub stratul muscular superficial.

Digestia este în general extracelulară şi intracelulară. Cestodele absorb prin tegument substanțe nutritive predigerate, pentru că sunt lipsite de tub digestiv.

Sunt cele mai simple animale cu un sistem excretor. Osmoreglarea se realizează cu ajutorul protonefridiei şi îndepărtarea deşeurilor metabolice şi respirația au loc prin peretele corpului.

Nemerțienii sunt cele mai simple animale prevăzute cu un sistem circulator cu sânge şi un canal digestiv. La formele parazite au apărut adaptări, cum sunt organele adezive.

Majoritatea viermilor plați sunt hermafrodiți, dar se pot reproduce şi asexuat.
Față de animalele cu simetrie radiară, acelomatele prezintă o specializare şi o diferențiere mai avansate, atingând nivelul de organizare al sistemului de organe.
Aceste animale aparțin unei diviziuni a Ramurii Bilateralia, **Protostomia,** având segmentare spirală determinată.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 159

TESTE DE AUTOEVALUARE

23. Comparați organizarea corpului la platelminți, nemerțieni şi gnatostomulide şi evidențiați caracterele de superioritate ale ultimelor două filumuri.
24. Cine este strămoşul platelminților?
25. Argumentați de ce Clasa Turbellaria este considerat grup parafiletic?
26. Comparați ciclurile de dezvoltare ale viermilor paraziți din Clasa Monogenea şi Subclasa Digenea.
27. Definiți proboscisul şi explicați localizarea şi funcția pe care o îndeplineşte.

6.7. Răspunsuri la testele de autoevaluare

1) planul sagital, plan orizontal, plan transversal; 2) prin trecerea de la simetria radiară a corpului la cea bilaterală şi prin adoptarea unui mod de viață activ, partea anterioară a corpului, zona cefalică, este cea dintâi care vine în contact cu stimulii din mediu. Pentru a răspunde rapid la acțiunea stimulilor din mediu şi pentru o bună integrare în mediu, la acest nivel se concentrează organele de simț şi elementele nervoase.; 3) ectoderm, endoderm, mesoderm; **4) spongierii nu au țesuturi şi nici organe, la cnidari organizarea corpului atinge nivelul țesuturilor şi organelor, platelminții ating nivelul de organizare al sistemelor de organe; 5) p139; 6) 139; 7) mezoderm; 8)vezi p 142 ; 9) vezi p 144; 10) vezi p 145;11) vezi p 146-147; 12) vezi p 147; 13) vezi p 149; 14) triploblaste, bilaterală; 15)**

	Hidră	Planarie
Planul corpului	**sacular**	**sacular**
Cefalizare	**-**	**+**
Număr de foițe germinative	**2**	**3**
Organe	**-**	**+**
Simetrie	**radiară**	**bilaterală**

16) scolex, gât, strobil; 17) a), carne infestată b), om c), porc sau vită; 18)

Structura corpului	Tenie	Planarie
Ochi	**-**	**+**
Sistem nervos	**+**	**+**
Sistem digestiv	**-**	**+**
Sistem reproducător	**+**	**+**

19) vezi p 139; 20) simetria bilaterală, trei foițe embrionare, parenchim, care umple spațiul dintre organe, sistem nervos, protonefrifie, musculatură de origine mezodermică; 21) vezi p 145; 22) măsuri de igienă alimentară, pregătirea corectă a alimentelor, controlul parazitologic al animalelor şi al cărnii; 23) vezi p 139-146; vezi p 155-157; 24) strămoş planuloid; 25) vezi p 157; 26) vezi p 148-149; 27) vezi p 155.

6.8. Instrucțiuni generale de evaluare

Criterii de evaluare: tutorele va aprecia în lucrarea de verificare a cursanților capacitatea de sinteză a informației, capacitatea de aplicare a cunoştințelor în contexte noi, însuşirea criteriilor morfologice, folosite în identificarea taxonilor studiați, coerența şi logica răspunsurilor, corectitudinea cu care au fost însuşite definițiile, folosirea corectă a termenilor noi, argumentarea logică a teoriilor învățate, aplicarea cunoştințelor legate de biologia grupului studiat.

Pentru a obține un punctaj favorabil la lucrarea de verificare vă recomand să parcurgeți atent conținutul testelor de autoevaluare şi să verificați corectitudinea cu care ați răspuns la toate sarcinile de lucru.

Exercițiile cuprinse în lucrarea de verificare au punctaj egal (5p).

În cazul în care obțineți la lucrarea de verificare un scor mai mic de 50 de puncte va trebui să revedeți conținutul unității de învățare şi să refaceți lucrarea de verificare.

Rezultatul testului:

Numărul răspunsurilor corecte x 5=_____puncte

Punctajul maxim 100 puncte.

Ponderea lucrării de verificare este de 3,33% din evaluarea finală.

6.9. Lucrare de verificare 6.

V.6.1. Care a fost cauza apariției simetriei bilaterale? (Răspundeți în maximum 20 de cuvinte).

V.6.2 . Ce schimbare majoră ați observat în plan structural în raport cu cnidarii? (Răspundeți în maximum 30 de cuvinte).

V.6.3. Care dintre următoarele clase este formată exclusiv din specii parazite? Alegeți varianta corectă

a) Cestoidea
b) Turbellaria
c) Trematoda
d) Cestoidea şi Trematoda
e) toate variantele amintite

V.6.4. Completați spațiul liber din text cu una dintre variante, încât enunțul să fie corect. Proglotele teniilor conțin un sistem _____complex

a) senzorial
b) digestiv
c) circulator
d) reproducător
e) de fixare

V.6.5. De ce simetria bilaterală are o valoare adaptativă pentru animalele care se deplasează activ? (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).

V.6.6. Asociază termenii din coloana dreaptă cu clasele din coloana stângă:

Turbellaria a. Endoparazite
Monogenea b. Libere şi comensale
Trematoda c. Ectoparazite
Cestoidea

V.6.7. Enumerați caracterele generale ale platelminților (Răspundeți în maxim 250 de cuvinte).

V.6.8. Descrieți pe scurt planul de organizare al majorității turbelariatelor. (Răspundeți în maxim 100 de cuvinte).

V.6.9. Cu ce se hrănesc planariile şi cum este digerată hrana?

V.6.10. Într-un tabel notați particularitățile sistemului nervos, organelor de simț şi ale sistemului osmoreglator la turbelariate, trematode şi cestode.

V.6.11. Prin ce se deosebeşte tegumentul turbelariatelor de cel al altor clase de platelminți? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

V.6.12. Constituie tegumentul dovada că trematodele, monogenele şi cestodele formează o cladă în interiorul Phylumului Plathelmintes? Argumentați. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte dacă ați parcurs capitolul referitor la filogenia grupului şi cladograma corespunzătoare).

V.6.13. a) Cum se produce infestarea omului cu *Clonorchis* şi *Schistosoma* ?

b) Care este distribuția geografică a acestor paraziți?
c) Care sunt condițiile în care se produce boala? (Răspundeți în maxim 20 de cuvinte).

V.6.14. De ce infestarea cu *Taenia solium* este mai periculoasă decât cea cu *Taenia saginata*? (Răspundeți în maxim 20 de cuvinte).

V.6.15. Enumerați speciile de cestode care folosesc omul drept gazdă intermediară?

V.6.16. Definiți fiecare dintre următoarele noțiuni pe care le-ați întâlnit în descrierea cestodelor: scolex, microtrichii, proglote , strobil.
V.6.17. Enumerați trei deosebiri dintre nemerțieni şi platelminți.
V.6.18. Precizați mediul de viață al gnatostomulidelor.
V.6.19. Cum explicați că strămoşul planuloid a condus în evoluție la apariția cnidarilor şi a animalelor bilaterale? (Răspundeți în maxim 20 de cuvinte).
V.6.20. Ce dovezi puteți aduce în sprijinul afirmației că turbelariatele sunt o clasă parafiletică? (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).

6.10. Cuvinte cheie

acelomate, acetabulum, canal eferent, canal deferent, celule lipicioase, celule ancoră, celule chemoreceptoare, celule de eliberare, celule glandulare, celule tactile, cercar, cirr, cisticercoză, gazdă intermediară, gazdă definitivă, glicocalix, Gnathostomulida, hidatidoză metacercar, microtrichii, miracidium, Nemertea, oncosfere, organe adezive, pilidium, Plathelminthes, proboscis, proglote, triploblaste, ocel, **oncomiracidium, ootip, opisthaptor**, **ou endolecit, ou ectolecit, rabdite, redie, reoreceptori, rhyncocel, scolex, sporachist, stilet, strobil, vezicula seminală, vitellaria.**

6.11. Bibliografie

1. Ehlers, U., 1985. Phylogenetic relationships within the Plathelminthes. În Conway Morris, S., George, J.D., Gibson, R., Platt, M.H., The origins and relationships of lower invertebrates. Oxford Clarendon Press.
2. Firă, V., Năstăsescu, M., (1977): Zoologia nevertebratelor E.D.P., 111-150.
3. Hickman, C.P., Roberts, L.S., Larson, A., l'Anson, H., 2004. Mc Graw-Hill, Integrated Principles of Zoology, Acoelomate Bilateral Animals, 274-294.
4. Livaitis, M.K., Rohde, K., 1999, A molecular test of plathelminth phylogeny: inferences from partial 28S rDNA sequences. Invert.Biol.118, 42-56.
5. Miller, S.A., Harley, J.P., 2005, Zoology, Mc Graw-Hill, The Triploblastic Acoelomate Body Plan , 148-164.
6. Năstăsescu, M., Suciu, M., (1989): Zoologia nevertebratelor, Lucrări practice, partea I-a, T.U.B, 106-160.
7. Ruiz-Trillo, I., Riutort, M., Timoth, D., Littlewood, J., Herniou, E.A., Bagunna, J.1999. Acoel flatworms: erliest extant bilateralian metazoans, not members of Plathelminthes. Science 283, 1919-1923.
8. Tesio C., (1997): Elemente de zoologie. Editura Universității Bucureşti, 57-63.
9. www.mhhe.com./zoology

Unitatea de învățare 7
ANIMALE BILATERALE PSEUDOCELOMATE

Cuprins

Obiective 164
7.1. Caracterele generale ale pseudocelomatelor 164
7.2. Phylum Nematoda 166
7.2.1. Caractere generale 166
7.2.2. Morfologie 166
7.2.3. Clasificare 172
7.2.3.1. Clasa Rhabditea 172
7.2.3.2. Clasa Enoplea 173

7.3. Phylum Nematomorpha 173
7.3.1. Morfologie 173

7.4. Phylum Kinorhyncha 174
7.4.1. Morfologie 174

7.5. Phylum Loricifera 175
7.5.1. Morfologie 175

7.6. Phylum Priapulida 176
7.6.1. Caractere generale 176

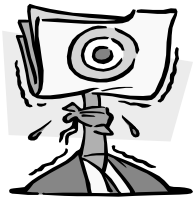
7.7. Phylum Rotifera 177
7.7.1. Caractere generale 177
7.72. Morfologie 177
7.7.3. Clasificare 180

7.8. Phylum Acanthocephala 180
7.8.1. Caractere generale 180
7.8.2. Morfologie 181

7.9. Phylum Gastrotricha 182
7.9.1. Caractere generale 182
7.9.2. Morfologie 182

7.10. Phylum Entoprocta 184
7.10.1. Caractere generale 184
7.10.2. Morfologie 184
7.11. Filogenie 185
7.12. Rezumat 186
7.13. Răspunsuri la testele de autoevaluare 186
7.14. Instrucțiuni generale de evaluare 187
7.15. Lucrare de verificare 7 188
7.16. Cuvinte cheie 189
7.17. Bibliografie 189

Obiective



Obiective generale

- **Selectarea caracterelor de superioritate ale metazoarelor pseudocelomate în raport cu metazoarele acelomate**

Obiective specifice

La sfârşitul unității de învățare cursanții:

1. Explică importanța apariției pseudocelomului.

2. Compară planul de organizare al acelomatelor cu cel al pseudocelomatelor.

3. Identifică criteriile morfologice folosite în clasificarea pseudocelomatelor.

4. Observă alte tipuri de adaptări la viața parazită.

5. Stabilesc măsurile de combatere a bolilor provocate de speciile parazite.

7.1. Caracterele generale ale pseudocelomatelor

Pseudocelomatele formează un grup heterogen de animale care au în comun anumite caractere:

- **sunt triploblaste cu corpul nesegmentat, bilateral simetric.**

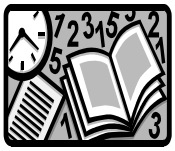
- **cavitatea corpului este un pseudocelom, provenit din blastocelul embrionar, care persistă între enteron şi peretele corpului**.

Fiind lipsit de peritoneu, pseudocelomul nu poate fi considerat un celom adevărat. **Pseudocelomul** este plin cu un lichid sau conține o substanță gelatinoasă cu celule mezenchimale. Această cavitate prezintă funcții întrucâtva asemănătoare celomului:

- **asigură o mare libertate de mişcare**
- **reprezintă un spațiu de dezvoltare şi diferențiere pentru sistemele digestiv, excretor şi reproducător**
- **constituie o cale simplă de circulație şi distribuție a materialelor prin corp**
- **menține o presiune hidrostatică ridicată în interior**
- **este un spațiu de acumulare a deşeurilor metabolice, care urmează a fi evacuate în mediul extern prin ductele excretoare**
- **este organ hidrostatic**

- Pseudocelomatele sunt animale microscopice sau cu dimensiuni reduse, uneori însă lungimea lor depăşeşte un metru.
- Peretele corpului este un sinciţiu sau o epidermă celulară protejată de o cuticulă groasă care năpârleşte şi prezintă spini sau peri, sub care se găseşte musculatura alcătuită, în general, din fibre longitudinale.
- Cilii lipsesc de la multe filumuri.
- Sistemul digestiv are o structură completă: gură, enteron şi anus. Faringele este un segment bine dezvoltat, muscular. Tractul digestiv este de obicei un tub epitelial lipsit de un strat muscular definit.

- Organele circulatorii şi respiratorii lipsesc.
- Se diferenţiază un sistem excretor, alcătuit din canale şi protonefridii, evacuate în cloacă, în care ajung şi celulele sexuale sau resturile nedigerate.
- Sistemul nervos este format din ganglioni cerebroizi sau un inel nervos conectat la nervii anteriori şi posteriori.
- Organele de simţ sunt reprezentate prin gropiţe ciliate, papile, peri, oceli.
- Din structura sistemului genital fac parte gonadele de la care pornesc ducte simple sau duble.
- Aproape întotdeauna sexele sunt separate, există dimorfism sexual, masculii fiind de talie mai mică în raport cu femelele.
- Ouăle microscopice sunt protejate de un înveliş extern care conţine chitină.
- Dezvoltarea poate fi directă sau parcurge un ciclu complicat. Tipul segmentării este "în mozaic", numărul celulelor sau nucleilor comuni, fiind constant într-o anumită regiune sau în corpul oricărui individ al unei specii, proprietate denumită **eutelie.**



TESTE DE AUTOEVALUARE

1. Ce origine are pseudocelomul?

2. De ce cavitatea corpului nu poate fi considerată un celom adevărat?

3. Daţi şase exemple de funcţii îndeplinite de pseudocelom.

4. Ce aspect nou apare în structura sistemului digestiv?

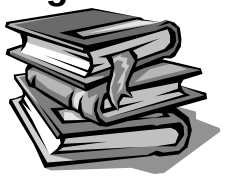
5. Definiţi dimorfismul sexual.

6. Definiţi eutelia.

Răspunsul se va încadra în spaţiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 186.

7.2. Phylum Nematoda

7.2.1. Caractere generale



(Gr.*nematos*, fir)

Cuprinde, până în prezent, un inventar de aproximativ 12 000 de specii, cu toate că se estimează că numărul total de specii ar fi de 500 000.

Sunt animale răspândite în mediul marin, dulcicol şi în sol, de la nivelul regiunilor polare până la tropice, din vârful munților până în adâncul oceanului.

Numărul mare de specii parazite la animale şi plante, alături de efectele complexe pe care le induc, ne determină să considerăm nematodele printre cele mai importante grupuri de paraziți.

Formele libere se hrănesc cu bacterii, drojdii, ciuperci şi alge. Pot fi saprozoice sau coprozoice (trăiesc în materii fecale). Speciile prădătoare consumă rotiferi, tardigrade, anelide mici sau alte specii de nematode.

7.2.2. Morfologie

Corpul nematodelor are o formă caracteristică, fiind cilindric, protejat de o cuticulă flexibilă. Cilii lipsesc, fapt care coincide cu absența protonefridiilor sistemului excretor. Acesta este alcătuit din una sau mai multe celule glandulare, deschise printr-un por excretor sau un sistem de canale, lipsit de celule glandulare sau canale asociate cu celule glandulare.

Faringele este caracteristic: muscular, cu lumen triradiat.

Folosirea pseudocelului ca organ hidrostatic este generalizată la nematode.

Majoritatea nematodelor măsoară mai puțin de 5 cm lungime, sunt microscopice, dar speciile parazite pot să ajungă la 1 m.

Tegumentul

Învelişul extern este reprezentat de o **cuticulă** acelulară, secretată de epidermă (**hipoderm sincițial**). Nucleii hipodermului sincițial sunt localizați în 4 cordoane hipodermale care se proiectează în interior: unul medio-dorsal, unul medio-ventral şi două laterale. Cordoanele longitudinale dorsal şi ventral înglobează în structura lor cordoanele nervoase longitudinale dorsal şi ventral, iar cordoanele laterale cuprind canalele excretoare (Figura 7.1.).

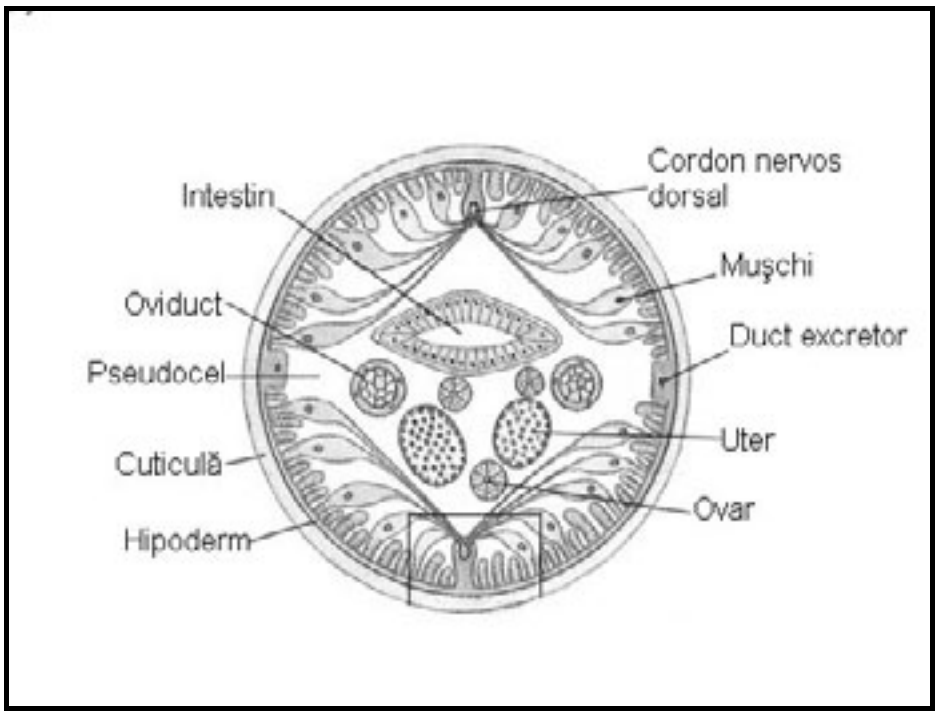


Figura. 7.1. Secțiune transversală prin *Ascaris lumbricoides* (femelă) (după Hickman şi colab, 2004)

Cuticula are o mare importanță funcțională în controlul presiunii hidrostatice ridicate, exercitată de fluidul din pseudocel. De asemenea ea asigură protecție mecanică şi rezistență la acțiunea sucurilor digestive ale gazdei.

Straturile cuticulare conțin **colagen**, o proteină structurală abundentă în țesutul conjunctiv al vertebratelor, dispusă sub formă de fibre încrucişate, care conferă elasticitate longitudinală viermelui, dar limitează capacitatea de expansiune laterală. Cuticula căptuşeşte intestinul anterior şi posterior, organele de simț şi părți ale sistemului reproducător femel. Cuticula poate fi netedă sau conține spini, peri, papile. În alcătuirea ei se succed următoarele straturi: cortex, matrix, strat bazal.

În cursul maturării, cuticula năpârleşte de patru ori. Ea suplineşte lipsa muşchilor circulari, antagonizând muşchii longitudinali (Figura 7.2.).

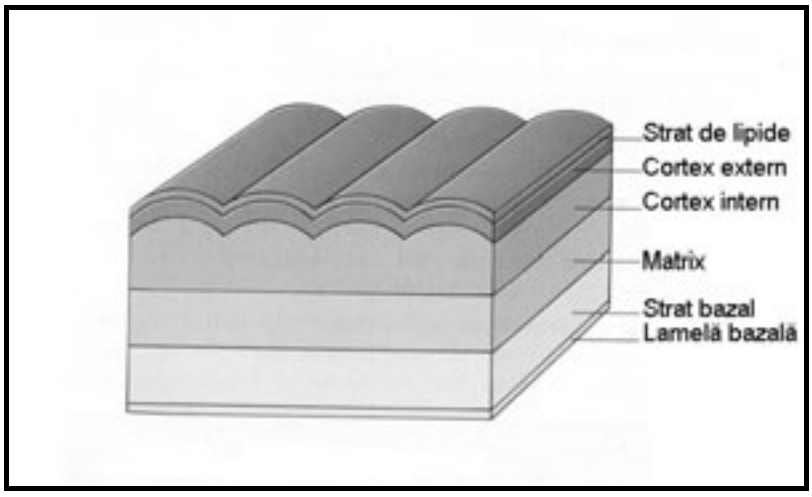


Figura. 7.2. Structura cuticulei la nematode (după Miller-Harley, 2005)

Musculatura

Musculatura **,** formată doar din fibre musculare longitudinale, este plasată sub hipoderm (Figura.7.1.) Nu există muşchi circulari în structura peretelui corpului. Muşchii sunt grupați în patru benzi, delimitate de cele patru cordoane hipodermale.

Fiecare fibră musculară este alcătuită dintr-o regiune contractilă fibrilară (fus) şi o regiune sarcoplasmatică, necontractilă. (corpul celulei.)

Fusul, plasat distal, se sprijină pe hipoderm, în timp ce corpul celulei se proiectează în pseudocel. Fusul este striat conținând benzi de actină şi miozină, în timp ce corpii celulari reprezintă principalul depozit de glicogen.

De la fiecare corp celular porneşte un proces (braț muscular) fie spre nervul dorsal fie spre cel ventral, situație neobişnuită şi opusă celei întâlnite în mod frecvent, în care procesele nervoase se prelungesc spre fibrele musculare (Figura 7.3.).

Pseudocelul, plin cu lichid, în care se găsesc organele interne, formează scheletul hidrostatic. Acesta oferă suport, transmițând forța contracției musculare fluidului închis, necompresibil.

Când muşchii de pe o parte a corpului se contractă, comprimă cuticula de pe acea parte şi forța de contracție este transmisă, prin fluidul din pseudocel, celeilalte părți a nematodului, întinzând cuticula pe acea parte. Compresia şi întinderea cuticulei antagonizează contracția musculară şi permit revenirea corpului la starea de repaus, în care muşchii sunt relaxați. O creştere a eficienței acestui sistem se obține prin creşterea presiunii hidrostatice. De aceea presiunea hidrostatică din pseudocelul nematodelor este mai ridicată decât la alte animale la care există grupe de muşchi antagonişti.

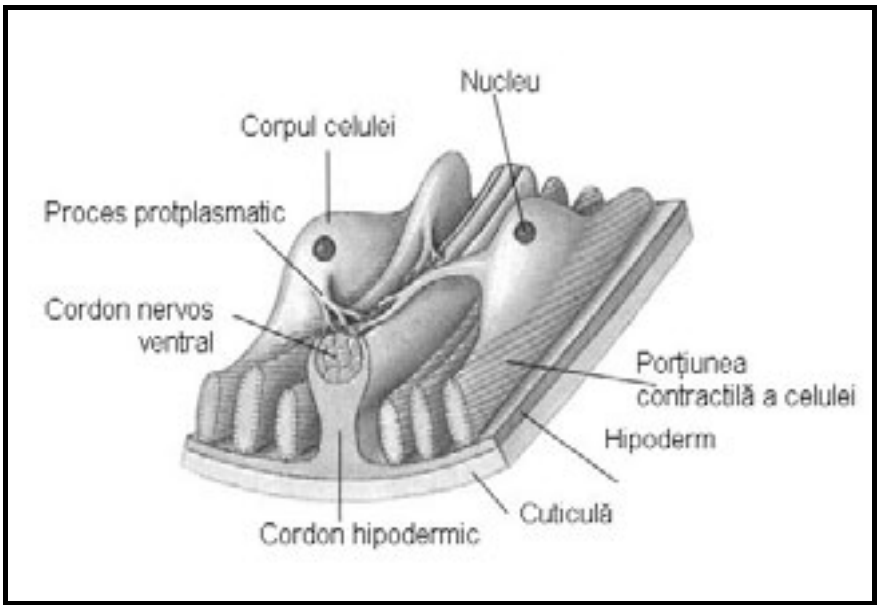
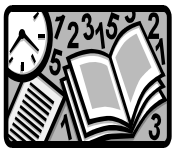


Fig.7.3. Detaliu al structurii musculaturii longitudinale la nematode. Fibrele musculare trimit prelungiri spre cordonul nervos (după Hickman şi colab., 2004)



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 186.

TESTE DE AUTOEVALUARE

7. Ce particularitate structurală prezintă epiderma?

8. Ce structuri sunt adăpostite în cordoanele longitudinale dorsal şi ventral?

9. Ce structuri sunt adăpostite în cordoanele laterale?

10. Enumerați trei funcții ale cuticulei.

11. Ce categorie de muşchi lipseşte din structura peretelui corpului?

12. Ce particularitate prezintă fibrele din structura benzilor musculare?

13. Explicați necesitatea nivelului ridicat al presiunii hidrostatice în pseudocel

Sistemul digestiv

Sistemul digestiv este alcătuit din orificiu bucal, uneori înconjurat de buze, spini sau dinți, faringe muscular, intestin lung nemuscular, rect scurt şi anus.

Presiunea hidrostatică din pseudocelom şi acțiunea de pompare a faringelui propulsează hrana prin tubul digestiv.

Numeroase specii parazite au un metabolism anaerob. Ele obțin energia prin glicoliză şi prin secvențe de transport electronic insuficient cunoscute.

Sistemul nervos

În jurul faringelui, din inelul de țesut nervos şi ganglioni, se desprind nervi anteriori şi două **cordoane nervoase**, unul dorsal şi unul ventral.

Organe de simț

La nivelul capului şi cozii se concentrează papile senzoriale.

Amfidele reprezintă o pereche de organe senzoriale complexe care se deschid pe fiecare parte a capului, la acelaşi nivel cu inelul cefalic de papile. Orificiul amfidelor face legătura cu o depresiune cuticulară prevăzută cu terminații senzitive, rezultate prin modificarea unor cili. Amfidele asigură chemorecepția şi de obicei sunt slab dezvoltate la nematodele parazite. (Figura 7.4.).

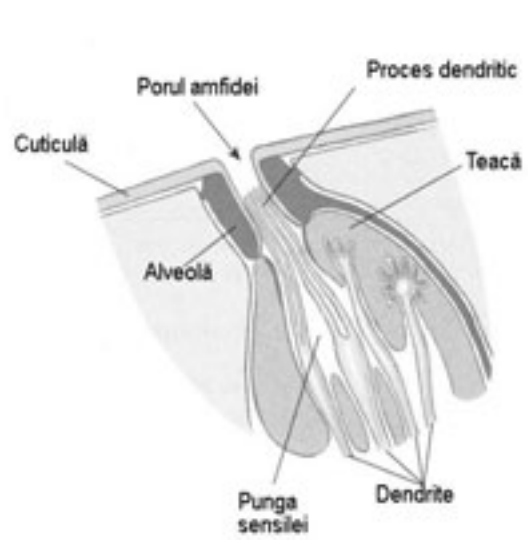


Figura 7.4. Structura amfidei (după Hickman şi colab, 2004)

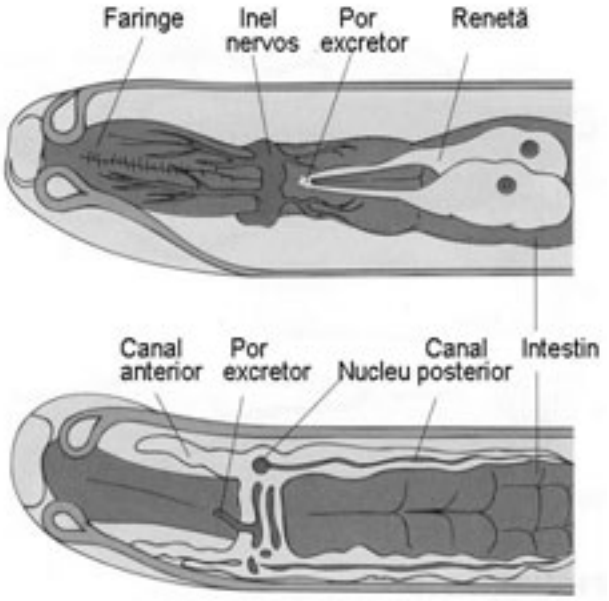


Figura 7.5. Sistemul excretor la nematode (după Miller-Harley, 2005)

Fasmidele. sunt structuri asemănătoare amfidelor, care asigură de asemenea chemorecepția. Acestea apar la majoritatea speciilor parazite, situate bilateral, aproape de capătul posterior.

Sistemul excretor

Osmoreglarea şi excreția deşeurilor azotate, amoniac şi uree, se realizează cu ajutorul a două sisteme:

1. La speciile acvatice există celule glandulare denumite **renete,** situate posterior față de faringe. Fiecare absoarbe deşeurile din pseudocelom şi le elimină în exterior, printr-un por excretor.

2. Speciile parazite au un sistem de tuburi, provenite din renete, unite pentru a forma un canal larg deschis la exterior printr-un por. (Figura 7.5.).

Sistemul genital şi reproducerea

Majoritatea nematodelor au sexe separate şi dimorfism sexual pronunțat. Masculii sunt mai mici comparativ cu femelele, prezentând la capătul posterior al corpului o pereche de spiculi copulatori.

Masculii au un singur testicul, continuat cu un canal deferent, care se dilată într-o veziculă seminală şi face legătura cu cloaca. De obicei masculii prezintă în partea posterioară o bursă, care ajută la transferul lichidului spermatic prin porul genital femel, în cursul copulației.

Caracteristică pentru acest grup este forma amiboidală a spermatozoizilor.

Femelele au o pereche de ovare cutate, continuate cu câte un oviduct. Acesta se dilată la capătul proximal într-un receptacul seminal, continuându-se cu câte un uter. Cele două utere se unesc pentru a forma vaginul care se deschide în exterior prin porul genital.

Nematodele au fecundație internă, ouăle fiind depozitate în uter. La sfârşitul perioadei de dezvoltare embrionară, din ou eclozează o larvă, care parcurge patru stadii juvenile, întrerupte de năpârlirea cuticulei.

De asemenea s-a observat că numeroase specii parazite de nematode au stadii juvenile libere. Altele au nevoie de o gazdă intermediară pentru a-şi completa ciclul de dezvoltare (Figura 7.6.).

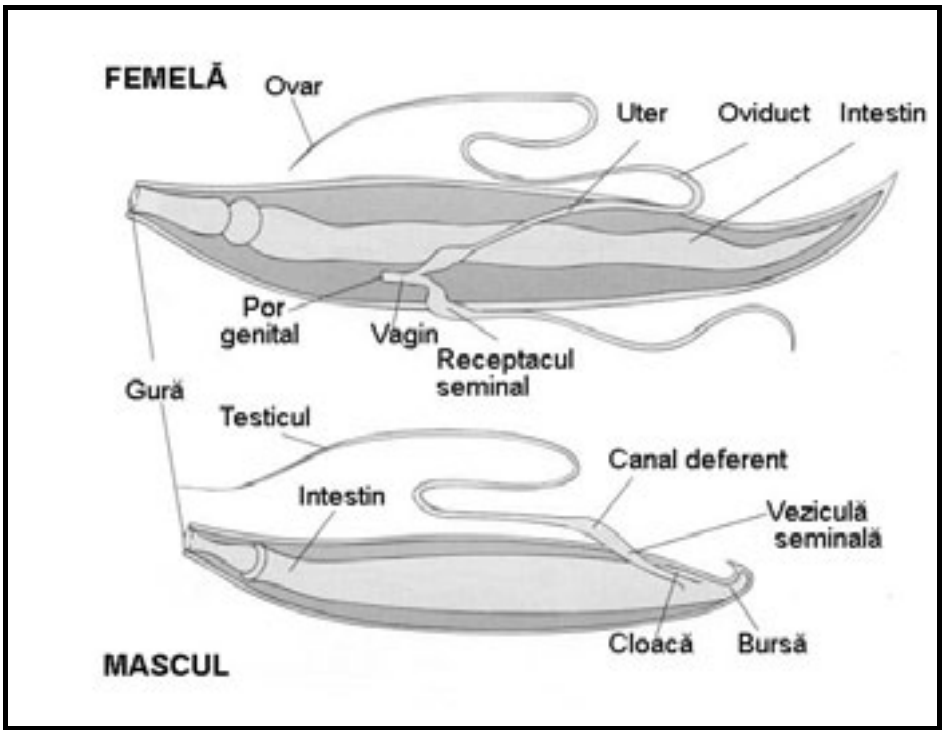
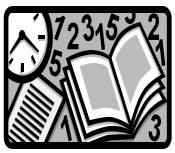


Figura 7.6. Sistemul reproducător la nematode



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 186

TESTE DE AUTOEVALUARE

14. Identificați pe desenul alăturat trei caractere care deosebesc masculul de femela de *Ascaris lumbricoides.*

15. Ce sunt amfidele şi ce funcție îndeplinesc?

16. Ce formă au spermatozoizii nematodelor?

7.2.3. Clasificare

(Gr *rhabdos,* nuia, vargă) Amfidele răsucite ventral; trei glande esofagiene; unele cu fasmide; cuprinde forme libere şi parazite. Exemple: *Caenorhabditis, Ascaris, Enterobius, Necator, Wuchereria.*

7.2.3.1. Clasa Rhabditea

Ascaris lumbricoides este unul dintre cei mai comuni paraziți ai omului (1.2 miliarde de oameni sunt infestați cu acest parazit).

Se aseamănă foarte mult din punct de vedere morfologic cu *Ascaris suum*.

O femelă depune aproximativ 200 000 de ouă pe zi, eliminate din corpul gazdei odată cu materiile fecale. Dezvoltarea embrionară se încheie după 2 săptămâni. Juvenilii rămân viabili în sol câteva luni sau chiar ani.

Infestarea se produce prin ingerarea ouălor odată cu legumele nefierte. Înghițirea ouălor embrionate este urmată de eclozarea larvelor, care trec prin peretele intestinal în vasele de sânge sau limfatice şi sunt purtate, prin inimă, la plămâni, de unde se deplasează în trahee. Într-o infestare gravă se poate declanşa o pneumonie severă.

Ajunşi în faringe, juvenilii sunt înghițiți, trec prin stomac şi se maturează după 2 luni de la ingestie.

Se hrănesc în intestin cu conținut intestinal, provocând simptome abdominale, reacții alergice şi blocaj intestinal. Perforarea intestinului şi peritonita sunt complicații care apar relativ frecvent în boala pe care o provoacă acest parazit. Ocazional viermii se elimină prin anus sau gât sau pot să pătrundă în trahee, trompele lui Eustachio şi urechea medie.

Ancylostoma duodenale

Femelele măsoară 11 mm, iar masculii 9 mm. Gura este prevăzută cu plăci care taie mucoasa intestinală a gazdei de unde aspiră sânge pompat ulterior în intestin.

Din ouăle eliminate odată cu materiile fecale eclozează în sol larve. Contactul tegumentului cu solul infestat permite larvelor infestante să sape în tegument până la nivelul vaselor de sânge. Prin sânge, parazitul este transportat în plămâni şi în final în intestin.

Enterobius vermicularis

Adulții parazitează intestinul şi cecumul omului. Femelele de 12 mm lungime migrează noaptea în regiunea anală unde depun ouă. Acestea ajung pe lenjerie şi pe mâini, contaminându-le. Ouăle se dezvoltă rapid şi devin infestante în 6 ore, la temperatura corpului. Din ouăle înghițite vor ecloza larve la nivelul duodenului care se maturează în intestinul gros.

Membrilor acestui ordin de nematode le este caracteristică **haplodiploidia** (masculii sunt haploizi şi se dezvoltă pe cale partenogenetică, din ouă nefecundate, iar femelele sunt diploide şi se dezvoltă din ouă fecundate).

Wuchereria bancrofti

Este un parazit răspândit în sistemul limfatic al omului. Boala pe care o provoacă se manifestă prin inflamarea şi obstrucția sistemului limfatic. Femelele, de aproximativ 100 mm, eliberează în sistemul sanguin şi limfatic **microfilarii,** care migrează în timpul nopții în vasele de sânge periferice.

În timpul hrănirii, odată cu sângele, țânțarii ingeră şi microfilariile care se vor deplasa în muşchii toracici ai insectei, unde năpârlesc de două ori, devenind infestante. Ele vor fi introduse din nou în sângele omului prin înțepătura insectei.

Boala se numeşte **elefantiazis** şi apare după lungi şi repetate expuneri la reinfestare. Ea se manifestă prin creşterea excesivă a țesutului conjunctiv şi umflarea enormă a părților afectate: scrot, picioare, brațe, vulvă, sân (Figura 7.7.).

Figura 7.7. Elefantiazis produs de *Wuchereria bancrofti*

Figura.7.8.*Trichinella spiralis*

7.2.3.2.Clasa Enoplea

(Gr.*enoplos*, înarmat). Cuprinde specii care au amfide bine dezvoltate, cu aspect de buzunar; 5 sau mai multe glande esofagiene, nu există fasmide, sistemul excretor, format dintr-o celulă glandulară ventrală este lipsit de canale laterale, uneori însă este absent. Majoritatea sunt forme libere, câteva s-au adaptat la viața parazită:

Trichinella spiralis produce o boală gravă potențial letală. Adulții sapă în mucoasa intestinului subțire unde femelele depun larve. Acestea penetrează vasele de sânge, sunt purtate în tot corpul, apărând aproape în toate țesuturile gazdei. Pot penetra fibrele musculare scheletice, devenind unul dintre cei mai mari paraziți intracelulari.

Larvele produc o redirecționare a expresiei genice a celulelor gazdei, care îşi pierde striațiile şi devine celulă-doică, capabilă să hrănească viermele. Parazitul infestează şi alte gazde: porc, şobolan, pisică, câine. Porcul se îmbolnăveşte prin consumul de carne infestată de şobolan (Figura 7.8.).

7.3. Phylum Nematomorpha

Gr. *nema*, fir, ață + *morpha*, formă
Cuprinde 250 de specii libere în stadiul de adult şi parazite la artropode în stadiile juvenile.

7.3.1. Morfologie

Corpul acestor viermi este lung, cilindric, cu lungimi cuprinse între 10–70 cm. Partea anterioară este rotunjită, partea posterioară poate fi rotunjită sau prevăzută cu 2-3 lobi caudali.

Ca şi nematodele, sunt protejați de o cuticulă secretată de hipoderm, sub care se găsesc doar muşchi longitudinali. La majoritatea speciilor cordonul nervos ventral este în legătură cu cordonul ventral hipodermic, prin intermediul unei lamele nervoase.

Tubul digestiv a regresat.

Faringele este un cordon solid de celule.

Intestinul nu se deschide în cloacă.

Formele larvare absorb hrana din corpul gazdelor lor, artropodele, prin peretele corpului. Adulții trăiesc pe seama rezervelor nutritive acumulate.

Sistemele circulator, respirator şi excretor lipsesc.

Există un inel nervos perifaringian şi un cordon nervos medio-ventral.

Sistemul genital este format dintr-o pereche de gonade şi de gonoducte care se deschid în cloacă. Femelele depun ouă în mediul acvatic. Ulterior din ouă eclozează larve care ajung în corpul gazdei, un artropod, de unde, după câteva luni, se vor elimina în apă viermi maturi (Figura 7.9).

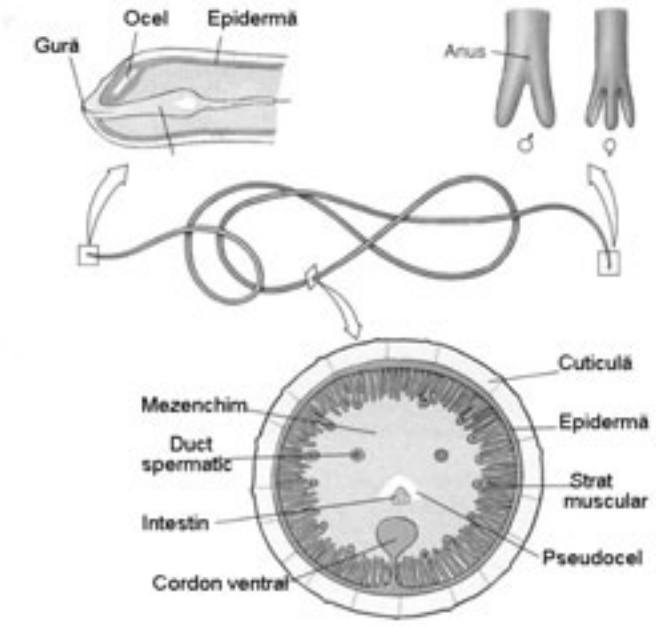


Figura. 7.9. Structura nematomorfului *Paragordius*

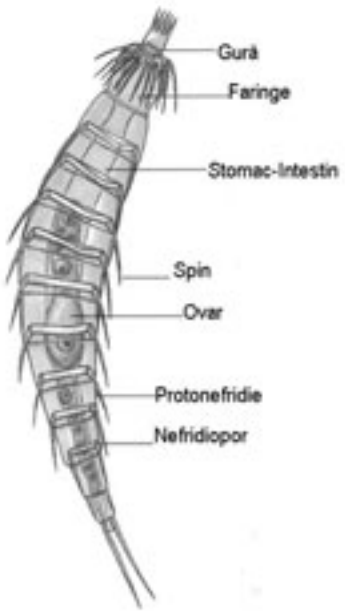


Figura. 7.10. *Echinoderes sp.*

7.4. Phylum Kinorhyncha

7.4.1. Morfologie

(Gr.*kinein*, a se mişca +*rhynchos*, cioc)

Cuprinde în general viermi marini care măsoară aproximativ 1 mm.

Corpul este divizat în 13 unități (**zonite**), prevăzute cu spini, dar lipsite de cili.

Capul (zonitul 1) retractil prezintă o coroană de spini cu un proboscis mic retractil.

Gâtul, zonitul 2, conține spini (**scalide**) şi plăci (**placide**).

Trunchiul, format din 11-12 zonite este aplatizat în partea ventrală şi arcuit dorsal. Acesta se termină cu orificiul anal. Fiecare zonit al trunchiului are o pereche de spini laterali şi un spin dorsal.

Peretele corpului este format dintr-o cuticulă, un epiderm sinciţial, cordoane epidermice longitudinale, asemănătoare celor descrise la nematode.

Pseudocelomul Pseudocelomul conţine celule amiboide.

Nu înoată dar sapă cu capul în mâl şi se fixează de substrat cu ajutorul spinilor.

Musculatura Musculatura este reprezentată prin benzi musculare circulare, longitudinale şi diagonale (două perechi de muşchi dorso-laterali şi ventrolaterali).

Sistemul digestiv Sistemul digestiv este complet, orificiul bucal fiind situat în vârful proboscisului. În general se hrănesc cu diatomee sau detritus.

Sistemul excretor Sistemul excretor este format din câte o protonefridie cu solenocite multinucleate, situată de o parte şi de alta a zonitelor 10 şi 11. Fiecare solenocit este prevăzut cu câte un flagel lung şi unul scurt.

Sistemul nervos Sistemul nervos este alcătuit dintr-un creier şi un singur cordon nervos ventral cu câte un ganglion în fiecare zonit. Unele specii au oceli şi peri senzoriali. Sexele sunt separate având gonade perechi şi gonoducte (Figura. 7.10.).

7.5. Phylum Loricifera

7.5.1. Morfologie

(L.*lorica,* corset, + Gr. *phora*, a purta)

Acest taxon reuneşte 14 specii foarte recent descrise, care au dimensiuni reduse, aproximativ 0.25 mm şi un înveliş extern protector, denumit **lorică**.

Sunt răspândite printre pietre.

Capul spinos, denumit **introvert,** prevăzut cu 8 stileți orali în jurul gurii, este situat în partea anterioară şi se continuă cu toracele şi abdomenul. Introvertul şi toracele se pot retrage în partea anterioară a loricii.

Cuticula loricii năpârleşte periodic.

Nu se cunoaşte dieta lor.

Creierul umple cea mai mare parte a capului. Spinii orali sunt inervați de nervi şi ganglioni.

Sexele sunt separate şi nu se cunosc detalii legate de reproducere (Figura 7.11.).

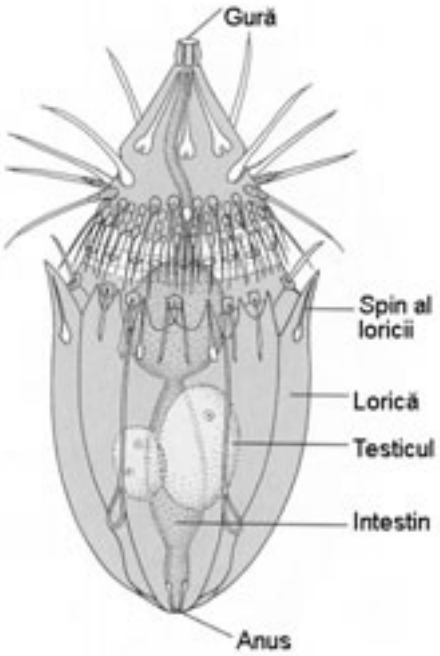


Figura. 7.11. *Nanoloricus mysticus*

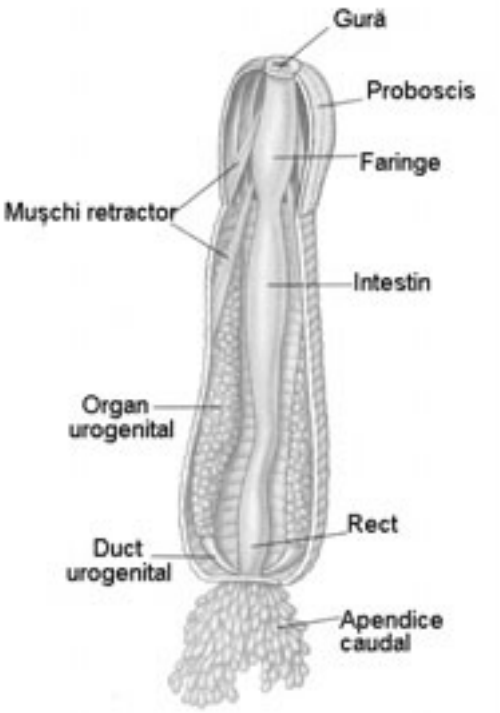


Figura. 7.12 *Priapulus sp.*

7.6. Phylum Priapulida

7.6.1. Morfologie

(Gr. *priapus,* falus, + *ida*, sufix)

Inventariază 18 specii marine descoperite la mii de metri adâncime în apele reci ale ambelor emisfere.

Exemplu: *Tubiluchus, Maccabeus .*

Corpul priapulidelor este cilindric cu dimensiuni cuprinse între 12-15 cm. Majoritatea reprezentanților sunt prădători săpători, trăiesc în mâl, orientându-se cu gura spre părțile superficiale.

Corpul este format dintr-un proboscis, trunchi, 1-2 apendici caudali.

Proboscisul extensibil, este ornat cu papile, se termină cu spini curbați dispuşi pe rânduri care înconjoară gura şi este folosit pentru capturarea prăzilor mici, cu corp moale.

Cu toate că nu este metamerizat, corpul prezintă o segmentare superficială, fiind divizat în 30-100 de inele, acoperite de tuberculi senzoriali şi de spini.

1. Au **sistemul digestiv** format dintr-un faringe musculos, intestin drept şi rect.

În jurul faringelui este localizat un inel nervos şi un cordon nervos medio-ventral.

2. În **pseudocel** există amibocite care uneori conțin corpusculi cu pigment respirator, denumit **hemeritrină.**

3. Sexele sunt separate, prevăzute cu organe urogenitale pereche, alcătuite din gonade şi mănunchiuri de solenocite, conectate la un tub protonefridian prin care sunt transportați gameții şi produşii de catabolism în mediul extern.

Segmentarea zigotului este radiară, urmată de apariția unei stereogastrule.
Exemplu: *Priapulus.* (Figura 7.12.)

7.7. Phylum Rotifera

7.7.1. Caractere generale

(L.*rota,* roată+*fera* , care poartă).

Denumirea grupului a fost sugerată de coroana ciliată care, în timpul mişcării, creează impresia de rotire a unei roți. Corpul acestor animale măsoară între 40μm –3 mm.

La formele plutitoare corpul este globular sau saciform, formele târâtoare şi înotătoare sunt alungite sau vermiforme, iar formele sesile au aspect de cupă sau pocal, fiind protejate de o epidermă exterioară, îngroşată, denumită lorică. Au fost descrise şi specii coloniale.

Exemplu:*Philodina.*

Rotiferii reprezintă un grup cosmopolit care inventariază aproximativ 1800 de specii, majoritatea răspândite în ape dulci, câteva în mediul marin şi terestru. O categorie restrânsă o reprezintă speciile epizoice (care trăiesc pe corpul altui animal) şi parazite.

Rotiferii s-au adaptat la numeroase condiții ecologice: majoritatea sunt bentonice, o mare parte trăiesc între firele de nisip ale plajelor, formele pelagice sunt comune în apele de suprafață ale râurilor şi lacurilor şi prezintă **ciclomorfoză**, variații ale formei corpului datorate schimbărilor sezoniere sau nutriționale. Rotiferii tolerează perioade îndelungate de deshidratare.

7.7.2. Morfologie

Corpul unui rotifer este diferențiat în următoarele regiuni: cap echipat cu o coroană de cili, trunchi, coadă sau picior.

Acesta este acoperit de o cuticulă, lipsit de cili, cu excepția coroanei.

Coroana ciliată

Coroana ciliată înconjoară o zonă centrală neciliată a capului, care poartă peri senzoriali sau papile. Aspectul extremității anterioare depinde de tipul de coroană, de obicei un cerc sau o pereche de discuri. Cilii de pe coroană bat succesiv. Gura este situată în coroană, pe partea medio-ventrală, coroana de cili fiind folosită atât în locomoție cât şi în hrănire.

Trunchiul

Trunchiul este alungit, ca la *Philodina* . El adăposteşte viscerele şi poartă o pereche de antene senzoriale. Peretele corpului, la multe specii, este segmentat superficial. Deşi au o cuticulă adevărată, toate speciile prezintă un strat fibros în epidermă, uneori foarte gros capabil să formeze o lorică cu plăci sau inele.

Piciorul

Piciorul este de obicei mai îngust şi susține 1-4 degete. La acest nivel cuticula poate fi inelată încât piciorul se telescopează. Piciorul este un organ de fixare, care conține glande pedioase, cu un material adeziv, folosit atât de formele sesile cât şi de cele târâtoare. S-a observat că la speciile înotătoare este slab dezvoltat.

Peretele corpului

Sub cuticulă se află **epidermul sincițial** care secretă cuticula şi muşchii subepidermali (circulari, longitudinali), orientați prin pseudocel spre organe.

Pseudocelul

Pseudocelul spațios conține lichid şi o rețea de celule amiboide mezenchimatice.

Sistemul digestiv

Sistemul digestiv este complet, faringele sau (**mastax**) este prevăzut cu o porțiune musculară. În peretele intern al mastaxului există mai multe seturi de fălci rigide, denumite **trophi,** pentru aspirat şi măcinat particule alimentare. Urmează esofagul şi stomacul, segmente ciliate.

Tubul digestiv este prevăzut cu glande salivare şi glande gastrice care secretă enzimele necesare digestiei extracelulare.

Absorbția are loc la nivelul stomacului.

La unele specii în partea posterioară a intestinului apare o veziculă cloacală în care se elimină apa din protonefridie, ovocitele din ovare şi resturile nedigerate.

Sistemul excretor

Sistemul excretor este format dintr-o pereche de tuburi protonefridiene, fiecare cu mai multe celule cu flamură vibratilă. Acestea îşi elimină conținutul într-o veziculă comună şi apoi în cloacă, unde se deschid de asemenea intestinul şi oviductele.

Se consideră că protonefridia este un organ osmoreglator important.

Sistemul nervos

Sistemul nervos este format din creier bilobat, situat dorsal față de mastax, de la care pleacă o pereche de nervi la organele de simț, mastax, muşchi şi viscere.

Organele de simț

Organele de simț sunt reprezentate printr-o pereche de oceli, peri senzoriali şi papile, gropițe ciliare şi antene dorsale.

Sistemul genital şi reproducerea

Rotiferii au sexe separate şi dimorfism sexual pronunțat, masculii fiind mai mici comparativ cu femelele. Nu se cunosc masculii speciilor încadrate în Clasa Bdelloidea şi cei ai speciilor Clasei Monogononta, care trăiesc doar câteva săptămâni pe an.

Femelele speciilor din cele două clase amintite, prezintă o combinație de ovare şi glande viteline, **germovitelaria** şi oviducte care se deschid în cloacă.

Există specii la care femelele au doar un singur ovar şi un vitelarium sincițial, care produce vitelus, încorporat în ovocite la nivelul unor punți citoplasmatice (Figura 7.13.).

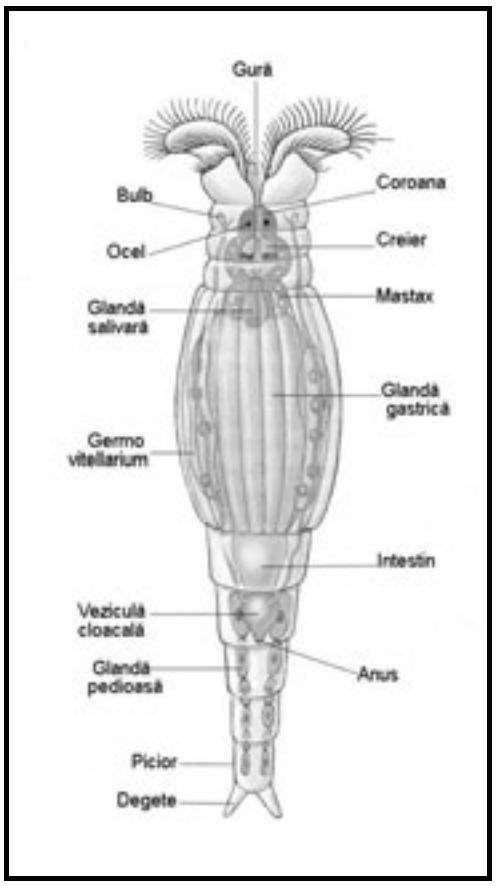


Figura.7.13. *Philodina sp.*

Femelele produc două tipuri de ouă:

- **amictice**, ouă de vară cu perete subțire, rezultate prin mitoză, diploide, care nu pot fi fecundate şi din care se dezvoltă direct femele amictice.
- **mictice**, haploide, cu perete subțire.

În cazul speciilor încadrate în Clasa Seisonidea s-a constatat că femelele produc ouă haploide (mictice) care trebuie fecundate. Dacă aceste ouă nu sunt fecundate din ele se dezvoltă, pe cale partenogenetică, masculi haploizi. Dacă ouăle sunt fecundate formează o coajă groasă rezistentă, supraviețuiesc într-o stare dormindă în cursul iernii (**ou de iarnă),** urmând ca primăvara, când factorii de mediu devin favorabili, să se dezvolte femele diploide amictice. Aceste ouă sunt răspândire de vânt sau de păsări.

S-a observat că femelele speciilor din Clasa Bdelloidea sunt partenogenetice şi produc ouă diploide din care eclozează femele diploide. Acestea ating maturitatea în câteva zile.

Sistemul reproducător mascul include un singur testicul, un duct spermatic ciliat, orientat spre porul genital.

La masculi, gura, vezicula cloacală şi alte organe digestive sunt fie degenerate, fie absente. Un singur testicul produce spermatozoizi care circulă prin vasul deferent ciliat, spre gonopor. Extremitatea acestuia se specializează ca organ de acuplare.

Copulația are loc prin **impregnare hipodermică**, organul copulator, penetrând orice parte a peretelui corpului femelei şi injectând lichidul spermatic direct în pseudocel.

Femelele eclozate au nevoie de câteva zile de creştere pentru a atinge maturitatea. Masculii nu cresc şi sunt sexual maturi din momentul eclozării.

Majoritatea femelelor depun fie ouă amictice fie ouă mictice, niciodată ambele tipuri. Condițiile fiziologice din timpul dezvoltării ovocitului determină sensul diferențierii în ouă mictice sau amictice.

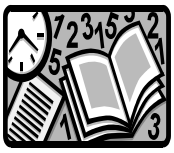
Majoritatea structurilor rotiferilor sunt sincițiale, dar numărul de nuclei în diferite organe arată o remarcabilă constanță a numărului la orice specie (**eutelie**). Organismele cu eutelie prezintă un control genetic foarte precis al diviziunii nucleare şi diferențierii, nucleii fiind programați să se diferențieze şi să se dividă de un număr precis de ori, după care se opresc.

7.7.3. Clasificare

Clasa Seisonidea- cuprinde un singur gen de rotiferi marini comensali pe crustacei. Corpul este alungit cu o coroană redusă. Exemplu: *Seison* .

Clasa Bdelloidea Partea anterioară este retractilă şi prevăzută cu două discuri trochale. Mastaxul este adaptat pentru sfărâmat, au ovare pereche, corp cilindric, masculii lipsesc. Exemple: *Adineta*, *Philodina*, *Rotaria.*

Clasa Monogononta, rotiferi cu un ovar. Mastaxul nu este adaptat pentru sfărâmat, produc ouă mictice şi amictice. Masculii apar sporadic:*Conochilus, Callotheca, Notommata*.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 186.

TESTE DE AUTOEVALUARE

17. Cum se produce infestarea cu *Ascaris lumbricoides*?

18. Ce este haplodiploidia şi la ce specie ați întâlnit acest aspect?

19. Ce aspect morfologic a sugerat denumirea de rotiferi?

20. Definiți ciclomorfoza. La ce grup ați întâlnit acest aspect?

7.8. Phylum Acanthocephala

7.8.1. Caractere generale

(Gr. *akantha*, spin+*kephale*, cap)

Cel mai caracteristic aspect morfologic îl reprezintă proboscisul cilindric, invaginabil, care poartă rânduri de spini curbați prin care animalul se ataşează de intestinal gazdei.

Acantocefalii sunt specii endoparazite, răspândite în stadiul de adult în intestinul vertebratelor pe care îl penetrează cu proboscisul lor spinos, provocând leziuni. Dacă peretele intestinal este complet perforat, apar dureri puternice.

Dimensiunea corpului variază de la 2 mm la peste 1 m lungime.

Au dimorfism sexual, exprimat prin talia mai mare a femelelor comparativ cu cea a masculilor.Este considerat un grup cosmopolit care inventariază aproximativ 500 de specii parazite la peşti, păsări şi mamifere. Nici o specie, în mod normal, nu parazitează omul, însă specii care parazitează alte gazde trec ocazional la om. Larvele se dezvoltă în corpul artropodelor (crustacei, insecte).

7.8.2. Morfologie

Peretele sinciţial al corpului este străbătut din loc în loc de cripte minuscule care măresc suprafaţa tegumentului.

Tegumentul

Tegumentul este protejat împotriva enzimelor şi a sistemului imun al gazdei de **glicocalix**, strat format din mucopolizaharide şi glicoproteine. Aproximativ 80% din grosimea tegumentului este reprezentată de zona fibrilar radiară, prin care trece sistemul lacunar al canalelor pline cu lichid.

Muşchii

Muşchii peretelui corpului sunt tubulari şi plini cu lichid. Tuburile din muşchi se continuă cu sistemul lacunar; de aceea circulaţia lichidului poate aduce nutrienţi la muşchi şi poate îndepărta deşeurile. În structura peretelui corpului există atât fibre musculare longitudinale cât şi fibre circulare.

Nu există inimă, sistem circulator şi respirator. Contracţia muşchilor serveşte la deplasarea lacunară a fluidului prin canale şi muşchi.

Regiunii gâtului i se ataşează proboscisul prevăzut cu rânduri de cârlige recurbate, care poate fi retras într-un receptacul al proboscisului, cu ajutorul muşchiului retractor. De asemenea la regiunea gâtului se ataşează două expansiuni ale tegumentului şi sistemului lacunar, **lemniscii**, care servesc ca rezervoare de fluid lacunar ale proboscisului, când organul este invaginat.

Sistemul excretor

Sistemul excretor este format dintr-o pereche de protonefridii cu celule cu flamură. Acestea se unesc pentru a forma un tub comun, deschis la nivelul spermiductului sau uterului.

Sistemul nervos

Sistemul nervos are un ganglion central în receptacului proboscisului şi nervi orientaţi spre proboscis şi corp. Au fost identificate terminaţii nervoase senzitive pe proboscis şi bursa genitală.

Acantocefalii nu au sistem digestiv, de aceea trebuie să absoarbă substanţele nutritive prin tegument. Diferitele molecule pot fi absorbite prin mecanisme de transport membranar specifice şi pinocitoză. În tegument există enzime, (peptidaze) care scindează dipeptidele în aminoacizi, ulterior absorbiţi. Acantocefalii au nevoie de hidraţii de carbon ai gazdei.

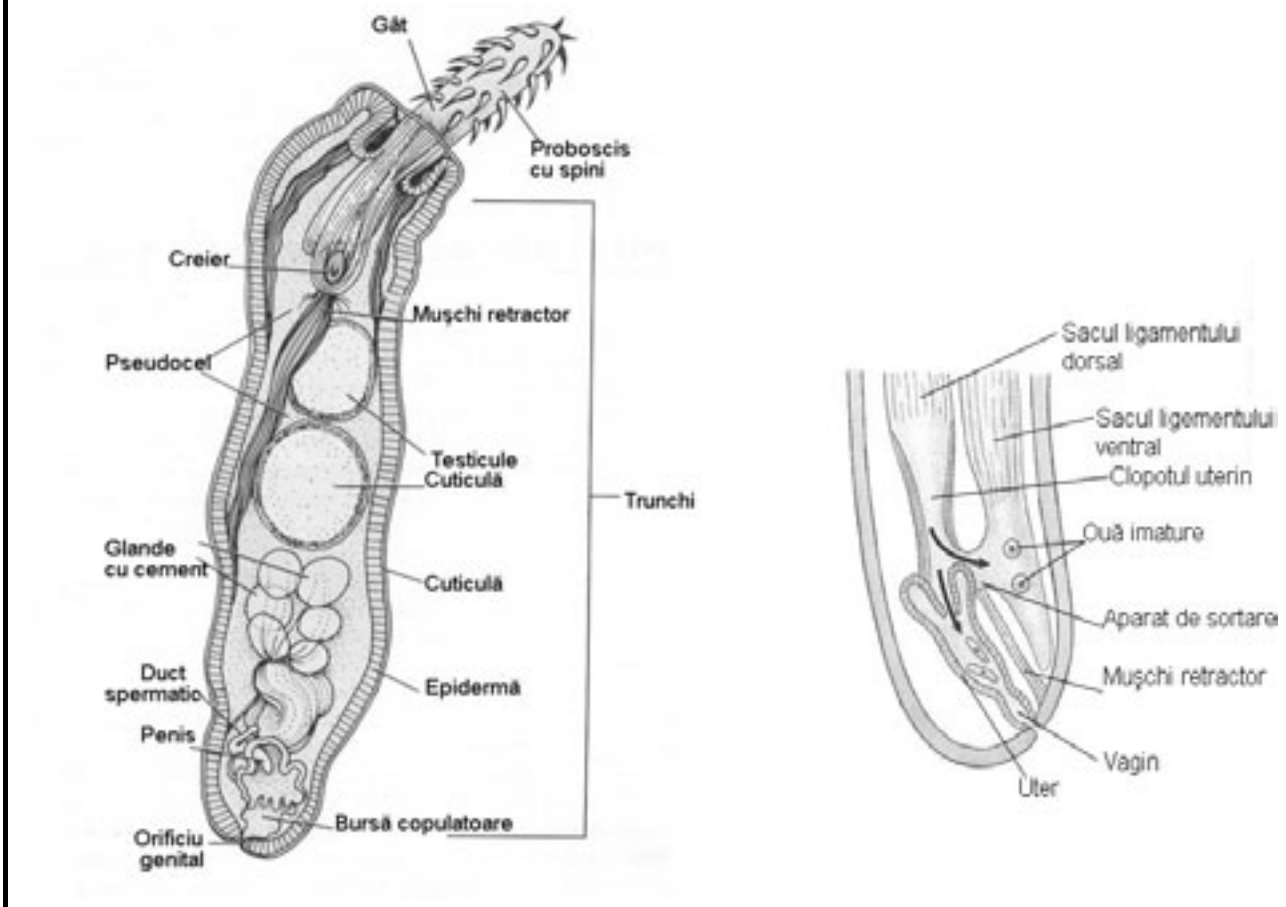
Sistem genital

Au sexe separate. O pereche de ligamente genitale sau saci ligamentari se prelungesc în urma receptaculului proboscisului.

Masculii prezintă o pereche de testicule, fiecare cu un canal deferent şi un duct ejaculator comun, care se termină cu organul de acuplare. Prin ruperea ţesutului ovarian din sacul ligamentar, fragmentele ovariene plutesc libere în pseudocel.

Unul dintre sacii ligamentari se prelungeşte cu un clopot uterin, în formă de pâlnie, prin care embrionii sunt transferaţi în uter.

Embrionii eliminaţi odată cu materiile fecale ale gazdei sunt consumaţi de gazda intermediară în care urmează să apară larva, **acantor** care sapă în intestin şi se transformă. la nivelul cavităţii generale, într-un juvenil, **chistacant.** Gazda definitivă, consumând gazda intermediară, preia şi parazitul.(Figura 7.14.a, b).



a) **b)**

Figura. 7.14. Phylum Acanthocephala
a) Schema organizării corpului la masculi (după Miller-Harley, 2005) b) Schema organizării sistemului genital femel (după Hickman şi colab., 2004)

7.9. Phylum Gastrotricha

7.9.1. Caractere generale

(Gr. *gaster, gastros*, stomac, pântec+*thrix, trichos,* păr)

Cuprinde animale mici, aplatizate ventral care măsoară 65-500 μm lungime, asemănătoare rotiferilor, lipsite de mastax şi coroană, cu corp acoperit de solzi sau peri. În mod obişnuit ele alunecă pe substrat sau pe suprafața plantelor acvatice cu ajutorul cililor ventrali sau formează o parte a faunei din interstițiile substratului.

Gastrotrichii trăiesc în ape dulci şi marine, inventariind aproximativ 400 de specii cosmopolite.

7.9.2. Morfologie

Corpul este alungit convex pe partea dorsală, acoperit de peri, spini sau solzi şi aplatizat şi ciliat ventral, cu celule mono sau multiciliate.

Capul de obicei este lobat şi ciliat.

Coada poate fi bifurcată.

Sub cuticulă se succed epiderma sincițială şi musculatura.

Musculatura

Muşchii longitudinali sunt mai bine dezvoltați decât cei circulari şi de obicei nestriați.

Asemenea turbelariatelor, aceste animale prezintă un sistem glandular de fixare şi eliberare.

Sistemul digestiv

Sistemul digestiv are o structură completă: gură, faringe musculos, stomac, intestin, anus. Gastrotrichii se hrănesc cu alge, protozoare, detritus, orientate spre cavitatea bucală cu ajutorul cililor. Hrana se digeră extracelular.

Sistemul excretor

Sistemul excretor, de tip protonefridian, este echipat cu solenocite şi mai rar cu celule cu flamură vibratilă. Solenocitele sunt celule cu un singur flagel înconjurat de baghete citoplasmatice.

Sistemul nervos

Sistemul nervos cuprinde creierul, situat în apropierea faringelui şi o pereche de trunchiuri nervoase laterale. Organele se simț sunt asemănătoare celor descrise la rotiferi. Ocelii lipsesc. Perii senzoriali concentrați în regiunea cefalică au provenit prin modificarea cililor.

Sistemul genital

Sunt animale hermafrodite, cu sistem genital masculin rudimentar, încât se poate aprecia că din punct de vedere funcțional sunt animale partenogenetice (Figura 7.15.).

Unele specii produc ouă cu perete subțire şi dezvoltare rapidă sau ouă dorminde cu perete gros, capabile să supraviețuiască în această stare câțiva ani.

Au dezvoltare directă, juvenilii fiind asemănători, ca formă, cu adulții .

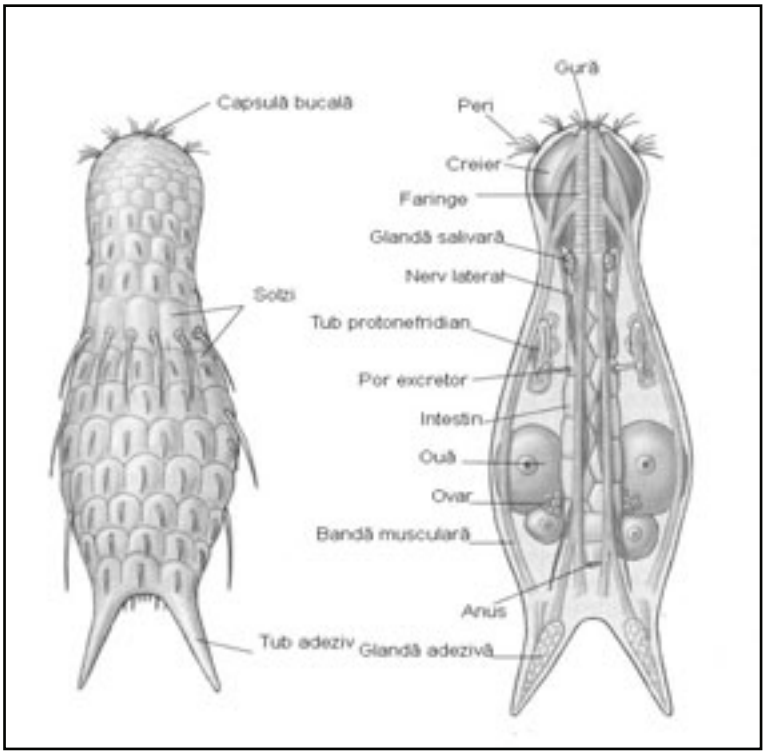


Figura 7.15. Aspectul suprafeței dorsale şi structura internă la *Chaetonotus* (după Hickman şi colab. 2004)

7.10. Phylum Entoprocta

7.10.1. Caractere generale

(Gr. *entos*, în+*proktos*, anus) este un grup restrâns din care fac parte aproximativ 150 de specii de animale mici, sesile care seamănă cu hidrozoarele, dar au tentacule ciliate care se răsucesc în interior.

Majoritatea sunt specii microscopice, atingând cel mult 5 mm lungime, fixate de substrat, alge sau cochilii, solitare sau coloniale, care populează zona de coastă a mediului marin. Au fost semnalate din zonele polare până la tropice. Relativ puține specii sunt comensale pe anelide marine.

7.10.2. Morfologie

Corpul entoproctelor sau **calyx** este cupuliform şi poartă o **coroană de 8-30 de tentacule** ciliate (prelungiri ale corpului) şi un disc cu glande adezive.

Tentaculele au capacitatea de a se înrula pentru a acoperi şi proteja gura şi anusul, dar nu pot fi retrase în calyx.

Se pot ataşa de substrat prin 1, 2 sau mai multe tulpini şi de aceea se mişcă puțin. *Loxosoma,* care trăieşte în tuburile anelidelor marine, este activă, deplasându-se liber pe corpul anelidului şi a tubului său.

Peretele corpul este format din: cuticulă, epidermă celulară şi muşchi longitudinali.

Pseudocelul este plin cu un parenchim gelatinos în care sunt situate protonefridiile şi ductele lor, care se unesc eliminând conținutul în apropierea orificiului bucal.

Sistemul digestiv

Intestinul ciliat are forma literei “U”, gura şi anusul deschizându-se în cercul de tentacule. Entoproctele sunt considerate specii fitratoare ciliate.

Sistemul nervos

Pe partea ventrală a stomacului este localizat un singur ganglion nervos. Suprafața corpului este acoperită de peri şi gropițe.

Sistemul circulator şi respirator lipsesc, schimburile de gaze desfăşurându-se la suprafața corpului, prin tentacule (Figura 7.16.).

Sistemul genital şi reproducerea

Unele specii sunt hermafrodite, în general proterandre (maturează inițial spermatozoizii), altele au sexe separate. Gonoductele se deschid în interiorul cercului de tentacule.

Ouăle fecundate se dezvoltă într-o depresiune, situată între gonopor şi anus. Au o segmentare spirală, modificată, cu blastomere mozaic.

Embrionul gastrulează prin invaginare. Se formează o larvă ciliată, asemănătoare trocoforei, cu o tufă de cili, situată în extremitatea anterioară şi o centură ciliată în jurul marginii ventrale.

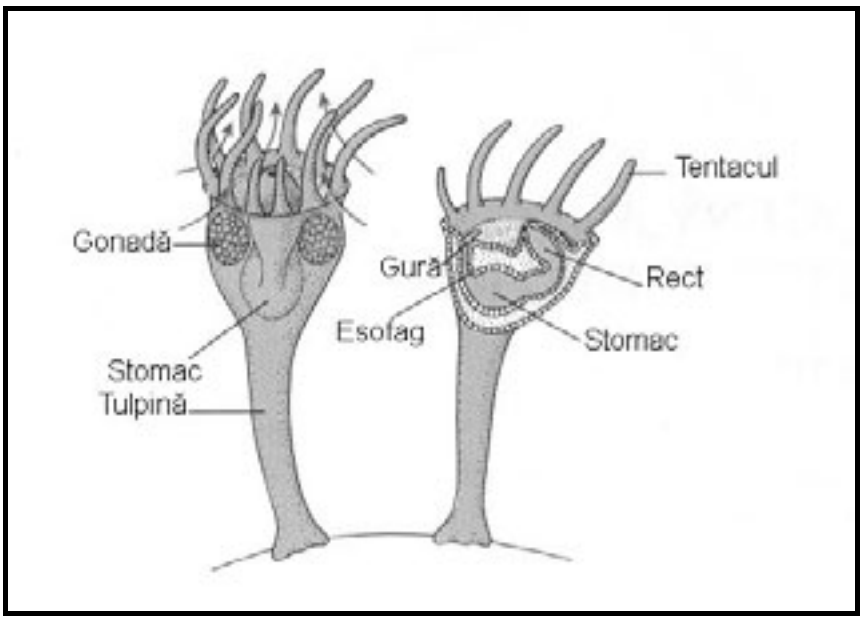


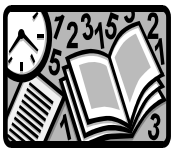
Figura 7.16. *Urnatella sp.* (după Hickman şi colab., 2004)

7.11. Filogenie

După momentul desprinderii strămoşilor deuterostomienilor de cei ai protostomienilor, în Precambrian, protostomienii s-au separat din nou în două suprafilumuri: **Ecdysozoa,** format din filumuri care trec prin perioade succesive de năpârlire în cursul dezvoltării şi **Lophotrochozoa** care include lofoforatele şi filumurile ale căror larve sunt asemănătoare trocoforei. Unele pseudocelomate Nematoda, Nematomorpha, Kinorhyncha şi Priapulida sunt incluse în Suprafilumul Ecdysozoa, celelalte (Rotifera, Acanthocephala, Gastrotricha, Entoprocta) sunt incluse în Lophotrochozoa.

Analiza cladistică a sugerat că Phylumul Loricifera formează un grup soră cu Kinorhyncha şi că aceste filumuri, împreună, sunt un grup soră al priapulidelor.

Acantocefalii ar putea fi, în baza analizei secvențelor genetice, desprinşi din rotiferi. Ectoprocta se mai numesc încă briozoare şi sunt animale celomate pe care mulți zoologi preferă să le plaseze într-un grup separat. Analiza secvențelor genetice le plasează printre filumurile Suprafilumului Lophotrochozoa.



TESTE DE AUTOEVALUARE

21. Completați următorul tabel pentru a compara caracterele animalelor din filumurile caracterizate anterior

Caracter	Spongieri	Cnidari	Platelminți	Viermi cilindrici
Simetrie				
Planul corpului				
Număr de foițe embrionare				
Nivel de organizare				
Cavitatea corpului				

22. Ce criterii morfologice au fost alese pentru clasificarea nematodelor?

23. Definiți partenogeneza şi dați exemple de pseudocelomate care se reproduc în acest mod.

24. Ce caracter morfologic vă ajută să recunoaşteți acantocefalii?

25. Ce măsuri ați lua pentru a preveni infestarea cu *Trichinella spiralis*?

Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 186.

7.12. Rezumat

Animalele pseudocelomate au o cavitate a corpului derivată din blastocelul embrionar. Mai multe grupuri prezintă eutelie, un număr constant de celule şi nuclei la adulți. Unele filumuri aparțin superfilumului Ecdysozoa în timp ce altele sunt plasate în Lophotrochozoa. Nematodele reprezintă filumul cel mai numeros, grupând animale cu corp cilindric, ascuțit la capete, acoperit de o cuticulă dură. În peretele corpului există doar musculatură longitudinală. Majoritatea au sexe separate, dimorfism sexual şi patru stadii juvenile, fiecare întrerupte de năpârlirea cuticulei. Numeroase specii de nematode sunt parazite, provocând boli grave la om şi la diferite specii de animale.

7.13. Răspunsuri la testele de autoevaluare

1) blastocel embrionar; 2) lipseşte peritoneul; 3) vezi p 164; 4) se separă orificiile bucal şi anal; 5) existența deosebirilor morfologice dintre mascul şi femelă; 6) numărul celulelor sau nucleilor comuni este constant într-o anumită regiune sau în corpul oricărui individ; 7) este un sincițiu cu patru îngroşări longitudinale; 8) cordoanele nervoase sunt cuprinse în profunzimea cordoanelor longitudinale dorsal şi ventral;

9) tuburile excretoare sunt cuprinse în cordoanele longitudinale laterale; 10) controlul presiunii hidrostatice, protecție mecanică, chimică, suplineşte lipsa muşchilor circulari ;11) muşchi circulari; 12) corpul celular se continuă cu un proces celular orientat spre nervul dorsal sau ventral ;13) vezi p 168; 14) femela are talie mai mare decât masculul, masculul prezintă extremitate posterioară curbată, tubul digestiv al masculului se deschide în cloacă, tubul digestiv al femelei se deschide în exterior prin orificiul anal; 15) vezi p 169; 16) formă amiboidă; 17) p 172; 18) p 172; 19) p 177; 20) p 177; 21)

Caracter	Spongieri	Cnidari	Platelminți	Viermi cilindrici
Simetrie	radiară	radiară	bilaterală	bilaterală
Planul corpului	-	sac	sac	Tub în tub
Numărul de foițe embrionare	2	2	3	3
Nivel de organizare	-	țesut	organ	organ
Cavitatea corpului	-	-	acelomate	pseudoce lomate

22) particularitățile amfidelor, fasmidelor, glandelor esofagiene, sistemului excretor, mod de viață
23) dezvoltarea unor indivizi (masculi, femele) din ouă nefecundate.
24) proboscisul; 25) controlul parazitologic al cărnii pentru consum după sacrificarea animalelor, igiena adăposturilor, deratizare.

7.14. Instrucțiuni generale de evaluare

Criterii de evaluare: tutorele va aprecia în lucrarea de verificare a cursanților capacitatea de sinteză a informației, capacitatea de aplicare a cunoştințelor în contexte noi, însuşirea criteriilor morfologice, folosite în identificarea taxonilor studiați, coerența şi logica răspunsurilor, corectitudinea cu care au fost însuşite definițiile, folosirea corectă a termenilor noi, argumentarea logică a teoriilor învățate, aplicarea cunoştințelor legate de biologia grupului studiat.

Pentru a obține un punctaj favorabil la lucrarea de verificare vă recomand să parcurgeți atent conținutul testelor de autoevaluare şi să verificați corectitudinea cu care ați răspuns la toate sarcinile de lucru.

Exercițiile cuprinse în lucrarea de verificare au punctaj egal (5p).

În cazul în care obțineți la lucrarea de verificare un scor mai mic de 50 de puncte va trebui să revedeți conținutul unității de învățare şi să refaceți lucrarea de verificare.

Rezultatul testului:

Numărul răspunsurilor corecte x5=_____puncte

Punctajul maxim 100 puncte.

Ponderea lucrării de verificare este de 3,33% din evaluarea final

7.15. Lucrare de verificare 7

V.7.1. Amintiți avantajele dobândite prin apariția pseudocelului. (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).
V.7.2. Dați exemple de filumuri de animale pseudocelomate.
V.7.3. Completați spațiul liber cu termenul corect. Trichineloza este o boală care se declanşează prin consum de _____.
V.7.4. Explicați în maxim 30 de cuvinte deosebirea dintre celom şi pseudocelom.
V.7.5. Care este deosebirea dintre protonefridia cu celula cu flamură şi cea cu solenocite? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).
V.7.6. În maxim 30 de cuvinte precizați particularitățile musculaturii nematodelor.
V.7.7. De la spongieri la viermii cilindrici evoluția a produs o formă a corpului tot mai complexă. Ce dovezi susțin această afirmație? Răspundeți în maxim 150 de cuvinte.
V.7.8. Explicați interacțiunea dintre cuticulă, muşchii peretelui corpului şi fluidul pseudocelomic în locomoția nematodelor. (Răspundeți în maxim 150 de cuvinte).
V.7.9. Explicați în maxim 50 de cuvinte modul în care presiunea ridicată a fluidului pseudocelomic afectează hrănirea şi defecația nematodelor.
V.7.10. Precizați etapele ciclului de dezvoltare la *Ascaris lumbricoides, Enterobius vermicularis, Trichinella spiralis, Wuchereria bancrofti*. (Redactați un răspuns în maxim 250 de cuvinte).
V.7.11. Menționați organele parazitate de adulții speciilor *Ascaris lumbricoides, Enterobius vermicularis, Trichinella spiralis, Wuchereria bancrofti* în corpul omului?
V.7.12. Comparați caracterele filumurilor Nematoda şi Nematomorpha subliniind asemănările şi deosebirile dintre ele (Răspundeți în maxim 100 de cuvinte).
V.7.13. Apreciați dimensiunea corpului unui rotifer şi menționați mediul de viață şi caracterele generale. (Răspundeți în maxim 100 de cuvinte).
V.1.14. Explicați deosebirea dintre ouăle mictice şi amictice şi explicați valoarea adaptativă a fiecărui tip (Sintetizați un răspuns în maxim 50 de cuvinte).
V.1.15. Definiți eutelia.
V.7.16. Explicați cum se hrănesc acantocefalii? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).
V.7.17. Ce filum a realizat cea mai mare diversitate şi ce impact are asupra omului?
V.7.18. Alegeți varianta corectă dintre cele enumerate la punctele a, b, c, d, e. La anumite specii de rotiferi există doar femele. Modul lor de reproducere este

a) înmugurire
b) asexuată
c) furt de spermatozoizi
d) partenogeneză
e) fragmentare

V.7.19. Alegeți varianta corectă dintre cele enumerate la punctele a, b, c, d, e. Viermii cu cioc din Phylum Nemertea se deosebesc de cei din Phylum Plathelminthes prin:

a) au sistem nervos mai bine dezvoltat
b) au sistem excretor mai avansat
c) au structuri senzoriale mai avansate
d) sunt bilateral simetrici
e) au tub digestiv complet

V.7.20. Completați legenda următorului desen şi recunoaşteți filumul din care face parte această specie

7.16. Cuvinte cheie

calyx, colagen, elefantiazis, eutelie, fasmide, germovitelaria, hipoderm sincițial, impregnare hipodermică, ou mictic, pseudocelom.

7.17. Bibliografie

1. Balavoine, G., Adoutte, A., (1998). One or three Cambrian radiations? Science, 280:397-398.
2. Bird, A.F., Bird, J., (1991), The structure of nematodes, ed.2 New York, Academic Press.
3. Firă, V., Năstăsescu, M., (1977): Zoologia nevertebratelor E.D.P.
4. Firă V., Suciu, M., Năstăsescu, M., (1974): Zoologia nevertebratelor Manual de lucrări practice partea I-a T.U.B, 150-175.
5. Hickman, C.P., Roberts, L.S., Larson, A., l'Anson, H., 2004. Mc Graw-Hill, Integrated Principles of Zoology, Pseudocoelomate Animals, 295-315.
6. Miller, S.A., Harley, J.P., 2005, Zoology, Mc Graw-Hill, The Pseudocoelomate Body Plan, 164-178.
7. Năstăsescu, Maria, Suciu, Maria, Zoologia nevertebratelor, Lucrări practice, partea I, Ed. Universității Bucureşti, 1989, 160-191.
8. Ogilvie, B.M., Selkirk, M.E., Maizels, R.M., (1990). The molecular revolution and nematode parazitology: yesterday, today and tomorrow. J.Parasitol.76, 607-618.
9. Tesio C., (1997): Elemente de zoologie. Editura Universității Bucureşti, 64-71

10. Welch, M.D.B., (2000). Evidence from a protein-coding gene that acanthocephalans are rotifers. Invert.Biol.119, 17-26.

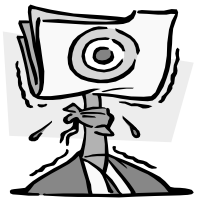
11. www.mhhe.com/zoology , Web Links:Pseudocelomate Animals, Phylum Rotifera, Phylum Kinorhyncha, Phylum Loricifera, Phylum Priapulida, Phylum Nematoda, Human Diseas Caused by Nematodes. Caenorhabditis elegans, Phylum Nematomorpha, Phylum Acanthocephala.

Unitatea de învățare 8
ANIMALE BILATERALE CELOMATE
PHYLUM MOLLUSCA

Cuprins

Obiective 191
8.1. Caractere generale 192
8.2. Clasificare 196
8.2.1. Clasa Caudofoveata 196
8.2.2. Clasa Aplacophora 196
8.2.3. Clasa Polyplacophora 196
8.2.4. Clasa Monoplacophora 198
8.2.5. Clasa Scaphopoda 198
8.2.6. Clasa Bivalvia 199
8.2.7. Clasa Gastropoda 205
8.2.8. Clasa Cephalopoda 212
8.3. Filogenie 216
8.4. Rezumat 218
8.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare 218
8.6. Instrucțiuni generale de evaluare 219
8.7. Lucrare de verificare 8 220
8.8. Cuvinte cheie 221
8.9. Bibliografie 221

Obiective

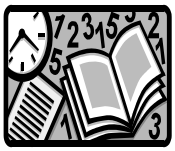


Obiective generale:

- **Explicarea importanței apariției celomului în evoluția metazoarelor**

Obiective specifice:

La sfârşitul unității de învățare cursanții:
1.Descriu planul general de organizare al moluştelor.
2.Identifică structurile anatomice nou apărute.
3.Identifică principalele caractere morfologice folosite în clasificarea moluştelor.
4.Compară caracterele generale ale moluştelor din clasele prezentate şi le analizează în raport cu mediul în care trăiesc.
5.Identifică grupele de moluşte din zona în care locuiesc.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 218.

(1) TEST DE AUTOEVALUARE
Amintiți-vă modalitățile de formare ale celomului la metazoarele triploblaste (revezi unitatea 4)

8.1.Caractere generale

- Moluştele sunt primii protostomieni din Suprafilumul Lophotrochozoa la care s-a diferențiat **celomul**, reprezentat prin cavități mici în jurul inimii, (**cavitatea pericardică**), nefridiei şi gonadelor.

- Celomul se formează prin **schizocelie**, apare în mezoderm şi este căptuşit de peritoneu (diferențiat de asemenea din mezoderm).

- **Segmentarea spirală caracteristică**, stadiile embrionare (de exemplu **larva trocoforă**) anumite structuri anatomice (organele excretoare) sunt asemănătoare cu cele ale anelidelor.

Celomul îndeplineşte multiple funcții atât la protostomieni cât şi la deuterostomieni :

- **Asigură un spațiu pentru dezvoltarea organelor**
- **Reprezintă o suprafață de difuzie a gazelor, nutrienților şi deşeurilor**
- **Acumulează substanțe**
- **Elimină celulele sexuale**
- **Reprezintă suport hidrostatic**

Dimensiunea corpului variază între 1 cm şi 18 m la A*chiteuthis* sau 1.5 m lungime la *Tridacna gigas* .

Sunt răspândite din mările tropicale până în cele polare, în râuri, lacuri, iar pe verticală sunt semnalate până la înălțimi de 7000 m.

Se presupune că au apărut în mediul marin, în care au şi rămas cele mai multe dintre specii. Doar gasteropodele au invadat mediul terestru.

Numeroase specii provoacă pagube, deteriorând ambarcațiunile din lemn, grădinile de legume şi sunt gazde intermediare ale unor specii care parazitează omul şi animalele domestice. Speciile sfredelitoare, cum este *Urosalpinx sp.* distrug stridiile.

Simetria corpului este în general bilaterală.

Corpul nesegmentat este diferențiat în cap, picior, masă viscerală.

Capul este situat în partea anterioară, fiind prevăzut cu gură, structuri nervoase şi senzoriale.

Piciorul are rol locomotor şi de fixare.

Masa viscerală conține organele de digestie, circulație, reproducere şi excreție şi este situată dorsal în raport cu piciorul.

Peretele dorsal al corpului formează o pereche de cute care constituie **mantaua**. Aceasta se poate transforma în branhii sau plămâni şi de obicei se ataşează de masa viscerală, cuprinzând aproape tot corpul.

Între manta şi picior există un spațiu denumit **cavitatea mantalei** care se deschide în exterior. Funcțiile cavității mantalei sunt:

- excreție
- schimb de gaze
- eliminarea resturilor nedigerate
- eliminarea produşilor sexuali.

Cele două **ctenidii,** organe respiratorii, sunt localizate pe părțile opuse ale cavității mantalei aşa încât cavitatea este divizată într-o **cameră inhalantă** şi una **exhalantă**.

Mantaua secretă o cochilie calcaroasă, care acoperă masa viscerală. La formele acvatice, de obicei, mantaua este prevăzută cu receptori senzoriali.

Cochilia moluştelor este alcătuită din trei straturi:

-**periostracum**, stratul extern format dintr-o substanță organică, denumită **conchiolină** care protejează de eroziune straturile calcaroase subiacente. Acest strat proteic este secretat de celulele de la marginea externă a mantalei.

Stratul mijlociu al cochiliei, denumit **strat prismatic** este cel mai consistent, format din prisme de carbonat de calciu, depuse într-o matrice proteică. Acest strat este secretat de celulele marginii glandulare a mantalei şi permite creşterea în suprafață a cochiliei.

Stratul intern al cochiliei, **sideful,** formează benzi subțiri de carbonat de calciu, care alternează cu material organic, depuse lângă manta şi secretate continuu de suprafața mantalei, aşa încât determină creşterea în grosime a cochiliei (într-un fragment de cochilie de 1 cm grosime se depun între 450-5000 de straturi fine paralele de carbonat de calciu, sub formă de **aragonit**) (Figura 8.1.).

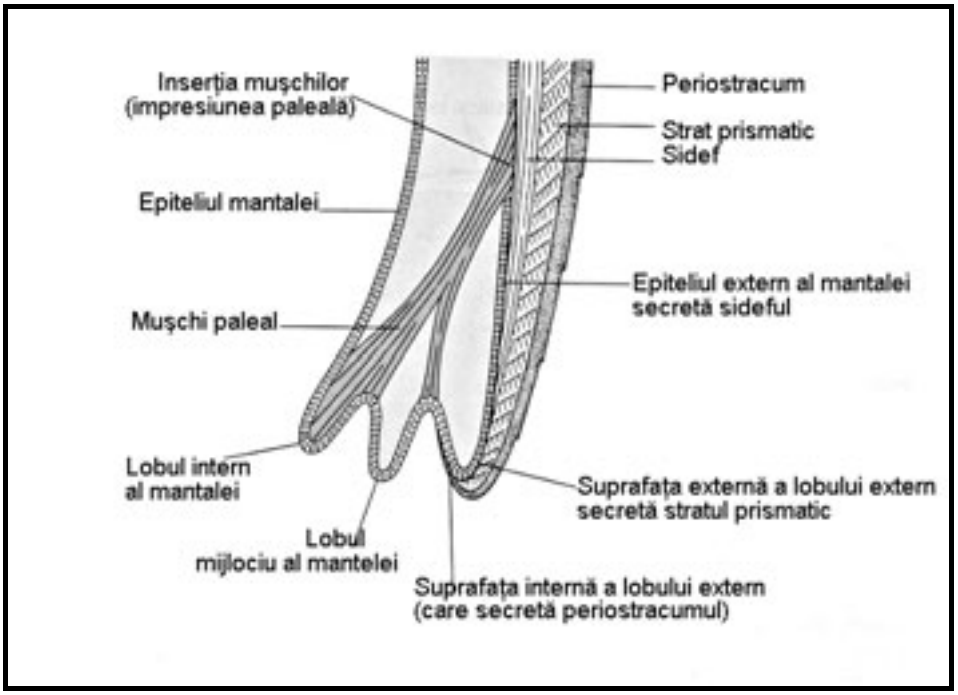


Figura 8.1. Structura cochiliei (după Hickman şi colab. 1997)

Moluştele de apă dulce au periostracumul gros, oferind protecție împotriva acizilor din apă, rezultați prin descompunerea materialului vegetal. La speciile marine, periostracumul este redus sau absent.

Epiteliul de suprafață este de obicei ciliat şi conține celule glandulare mucoase şi terminații nervoase.

Gura majorității moluştelor prezintă o structură abrazivă, denumită **radulă,** o centură chitinoasă cu dinți curbați, aşezați pe rânduri. Radula acoperă o formațiune cărnoasă susținută de un

odontofor cartilaginos, care permite înaintarea radulei în afara cavității bucale.

Muşchii asociați radulei asigură deplasarea pe direcție antero-posterioară a radulei pe odontofor. Hrana este răzuită de pe substrat şi transferată în tubul digestiv.

Tractul digestiv este căptuşit cu un epiteliu ciliat (Figura 8.2.).

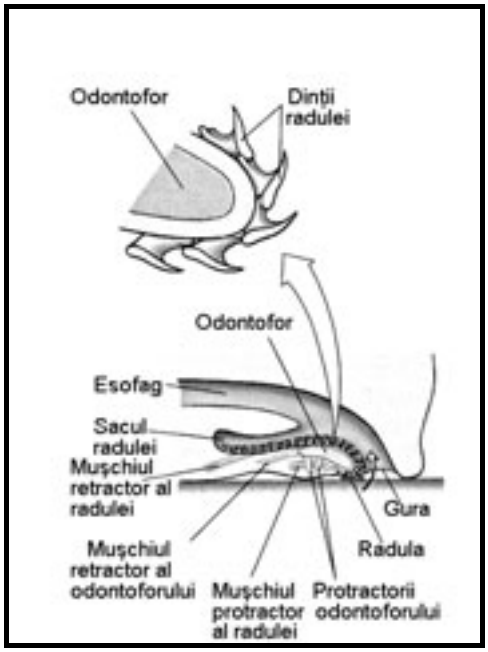


Figura 8.2. Organizarea cavității bucale (după Hickman şi colab., 2004)

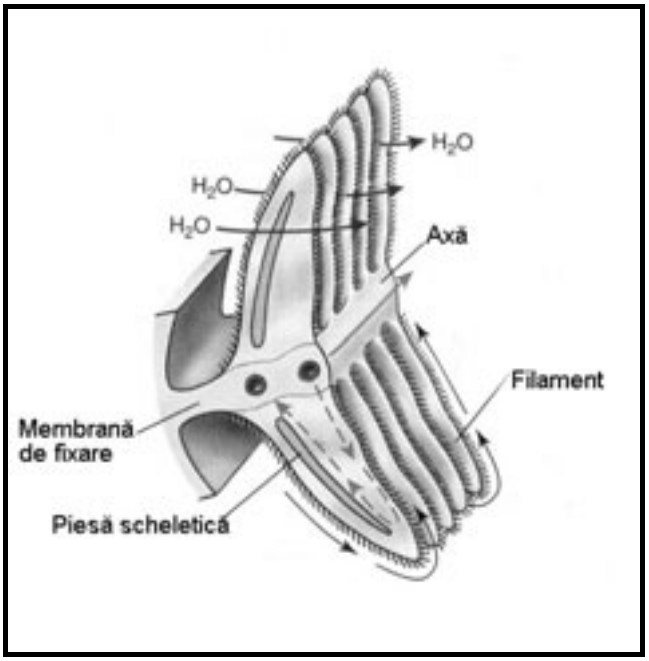
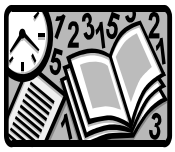


Figura 8.3. Structura ctenidiei (după Hickman şi colab., 2004)



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 218.

TESTE DE AUTOEVALUARE

2. Unde este localizat celomul moluştelor?
3. Cum s-a format celomul moluştelor?
4. Prin ce se deosebeşte celomul de pseudocelom?
5. Amintiți patru funcții pe care le îndeplineşte celomul.
6. Enumerați părțile componente ale corpului moluştelor.
7. Amintiți patru funcții ale cavității mantalei.
8. În ce mod structura cochiliei este afectată de salinitatea apei?
9. Ce este radula? Ce funcție îndeplineşte?

Schimburile de gaze se desfăşoară la suprafața corpului dar şi prin organe specializate, **branhii** sau **plămâni**.

La moluştele primitive ctenidiile constau dintr-un filament lung aplatizat prelungit din peretele cavității mantalei. Filamente branhiale foliacee se proiectează din axul ctenidiei. Apa este propulsată de cilii dintre filamentele branhiale şi sângele difuzează dintr-un vas aferent, situat în axa ctenidiei prin filament spre un vas eferent. Direcția de mişcare a sângelui fiind opusă direcției de deplasare a apei, se stabileşte un **mecanism de schimb în contracurent** (Figura.8.3.).

Sistemul circulator

Sistemul circulator deschis este prevăzut cu inimă, vase de sânge şi sinusuri. Excepție fac reprezentanții Clasei Cephalopoda. Eficiența sistemelor respirator şi circulator la cefalopode a făcut posibilă creşterea dimensiunii corpului.

Sistemul nervos

Sistemul nervos este format dintr-o pereche de ganglioni cerebroizi, pedioşi, pleurali, viscerali, cordoane nervoase şi un plex nervos subepidermal. La gasteropode şi cefalopode ganglionii nervoşi sunt centralizați într-un inel nervos. Sistemul nervos conține de asemenea **celule neurosecretorii** care, cel puțin la gasteropodele terestre, produc hormoni de creştere şi au rol în osmoreglare.

Ochiul direct al cefalopodelor (cu celulele fotosensibile din retină orientate spre sursa de lumină) este asemănător cu **ochiul indirect** (cu celulele fotosensibile ale retinei situate departe de sursa de lumină) al vertebratelor, dar este un derivat tegumentar, spre deosebire de ochiul vertebratelor care este o structură de origine nervoasă.

Sistemul excretor

Una sau două **metanefridii** se deschid în cavitatea pericardică (celom) prin **nefrostom** şi îşi elimină conținutul în cavitatea mantalei. La multe specii de moluşte prin aceste structuri se elimină ovocitele şi spermatozoizii.

Pentru că nu prezintă metamerie, se consideră că moluştele s-au desprins din grupul ancestral din care provin şi anelidele, înaintea apariției metameriei.

Filumul inventariază aproximativ 100 000 de specii.

8.2.Clasificare

8.2.1. Clasa Caudofoveata

Clasa Caudofoveata este alcătuită din specii de moluşte cu corp cilindric, lipsit de cochilie dar cu spiculi calcaroşi asemănători unor solzi. Sunt lipsite de ochi, tentacule, statocişti, stilet cristalin, picior şi nefridie. Sunt forme săpătoare marine, răspândite la adâncimi mari. Reuneşte aproximativ 70 de specii. Exemplu: *Chaetoderma.*

8.2.2. Clasa Aplacophora

(Gr. *a*, fără + *plak*, placă + *phoros,* a purta).

Cuprinde aproximativ 250 de specii vermiforme, lipsite de cochilie, manta şi picior. Capul este slab dezvoltat. Înoată pe partea ventrală.

Sistemul nervos este scalariform, o reminiscență a tipului corpului viermilor plați, ceea ce sugerează că acest grup este strâns înrudit cu stocul ancestral al moluştelor.

Un grup mic este format din specii săpătoare, care se hrănesc cu detritus şi microorganisme, prezintă radulă şi nefridii.

Majoritatea aplacoforelor sunt lipsite de radulă şi nefridii, trăiesc pe corali şi alte substraturi, sunt carnivore, hrănindu-se frecvent cu polipii cnidarilor.

Speciile **Subclasei Caetodermomorpha** sunt moluşte vermiforme cu dimensiuni cuprinse între 2 mm şi 14 cm care trăiesc în galerii verticale pe fundul mării. Au spiculi solzoşi în peretele corpului şi sunt lipsite de cochilie, stilet cristalin, statocist, picior şi nefridie.

Sunt forme săpătoare marine. Exemplu: *Neomenia*

8.2.3. Clasa Polyplacophora

(Gr.*polys,* multe+*plak*, placă+*phoros*, a purta).

Sunt moluşte răspândite pe substraturi dure în apele marine de suprafață.

Cuprinde specii cu corp alungit, aplatizat dorso-ventral, cap redus în dimensiuni cu organe de simț slab dezvoltate .

Cochilia este formată din 8 plăci dorsale, piciorul cu aspect de talpă este aplatizat şi îndeplineşte rol locomotor.

Mantaua musculară se întinde dincolo de marginile cochiliei şi piciorului şi acoperă piciorul lățit.

Cavitatea mantalei se limitează la spațiul dintre marginea mantalei şi picior. În şanțurile mantalei, aproape de anus, există o pereche de **osfradii** (organe cu rol chemoreceptor).

Chitonii înoată pe substrat într-un mod asemănător cu gasteropodele. În caz de pericol marginile mantalei se ataşează puternic la substrat, muşchii piciorului se contractă pentru a ridica mijlocul piciorului, creând un vid care menține animalul în loc. Articulațiile cochiliei permit animalului să se înruleze atunci când este desprins de substrat.

În cavitatea mantalei, pe fiecare parte a piciorului, sunt dispuse branhii, în serii lineare. Cilii branhiilor creează un curent de apă care intră pe sub marginile anterioare ale mantalei şi iese prin partea posterioară. Tubul digestiv, tuburile excretoare şi conductele genitale

se deschid aproape de zona exhalantă a cavității mantalei de unde apa, încărcată cu produşii acestor sisteme, se elimină în mediul extern. Majoritatea speciilor de chitoni se hrănesc cu alge. Organul radular cu rol chemoreceptor, situat în cavitatea bucală, detectează hrana, pe care radula o preia de pe substrat. Mucusul reține particulele alimentare care ajung în esofag, antrenate de cili.

Digestia extracelulară şi absorbția au loc în stomac, resturile nedigerate fiind propulsate în intestin.

Sistemul nervos scalariform prezintă 4 cordoane nervoase antero-posterioare şi numeroşi nervi transversali. Un inel nervos înconjoară esofagul. Structurile senzoriale includ: osfradiile, receptorii tactili de pe marginea mantalei, chemoreceptorii din apropierea gurii, statocişţii din picior şi la unele specii, structuri fotosensibile, **estete** care au forma ochilor şi perforează plăcile cochiliei.

La anumite specii, fotoreceptorii acoperă suprafața cochiliei.

Sunt animale cu sexe separate. Fecundația are loc în mediul extern. Larva trocoforă se metamorfozează, transformându-se în adult, fără a mai trece prin stadiul de veliger (Figura 8.4.).

Exemplu: *Chiton.*

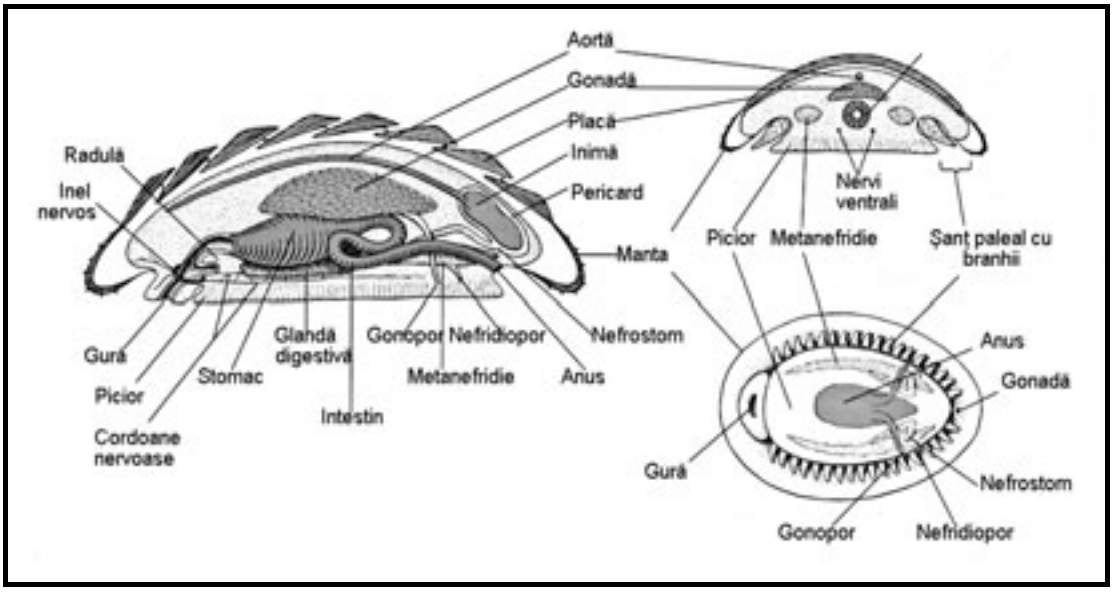


Figura 8.4. Organizarea internă la *Chiton sp.* (după Hickman şi colab., 2004)

Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 218.

TESTE DE AUTOEVALUARE

10. Cum explicați creşterea considerabilă a dimensiunilor corpului moluştelor?

11. Caracterizați ochiul direct al moluştelor. Comparați ochiul direct cu ochiul indirect.

12. Ce sunt osfradiile? Precizați rolul şi localizarea lor?

8.2.4. Clasa Monoplacophora

(Gr. *monos*, una+ *plak,* placă+ *phoros,* care poartă)

Clasa este formată din specii marine cu o cochilie convexă nedivizată, cu picior larg, aplatizat şi anumite structuri repetate serial (perechi de branhii, muşchi retractori din picior).

Au sexe separate.

Până în anul 1952, când a fost descoperită *Neopilina,* la adâncimi de 3 500 m, pe coastele pacifice din Costa Rica, grupul era cunoscut doar prin formele fosile. Exemplu: *Neopilina* (Figura. 8.5.).

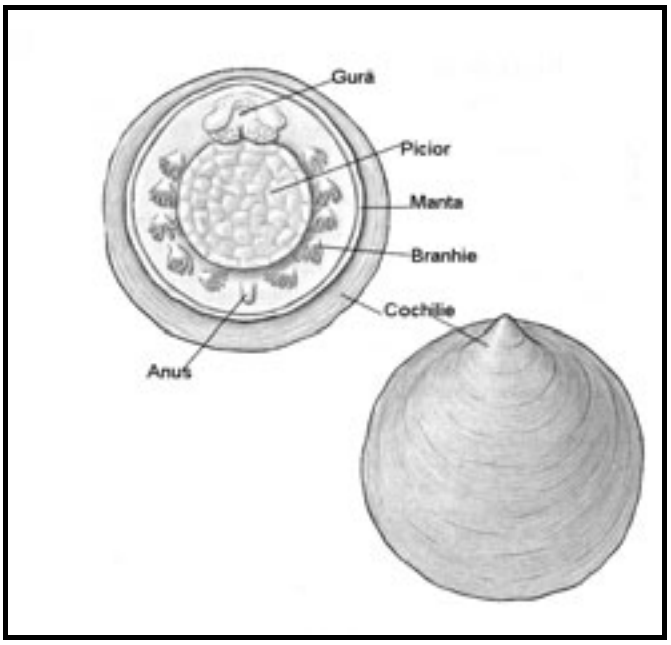


Figura. 8.5. *Neopilina* Clasa Monoplacophora

8.2.5. Clasa Scaphopoda

(Gr. *skaphe***,** *barcă*+ podos*, picior*) este reprezentată prin 300 de specii marine, săpătoare răspândite la adâncimi moderate, cu corpul adăpostit într-o cochilie tubulară, deschisă la ambele capete. Corpul este lipsit de cap, prevăzut cu tentacule folosite pentru depozitarea hranei. Ochii şi osfradiile lipsesc.

Piciorul se proiectează prin extremitatea mai largă a cochiliei, iar restul corpului (inclusiv mantaua), este puternic alungit şi depăşeşte lungimea cochiliei.

Majoritatea trăiesc îngropate în substrat, cu piciorul orientat în jos şi cu apexul cochiliei proiectat în apă.

Curentul de apă inhalant şi exhalant întră şi respectiv părăseşte cavitatea mantalei prin deschiderea din apexul cochiliei. Branhiile funcționale lipsesc, schimbul de gaze desfăşurându-se prin pliurile mantalei.

Scafopodele au radulă şi tentacule pe care le folosesc în hrănirea cu protozoare, mai ales foraminiferi şi detritus. Hrana este procurată cu ajutorul cililor piciorului sau cu mucusul butonilor ciliați ai tentaculelor (**captacule**), care se prelungesc de la nivelul capului.

Sexele sunt separate. În dezvoltare, apar atât stadiul de larvă trocoforă cât şi cel de veliger. Exemplu: *Dentalium* (Figura 8.6.).

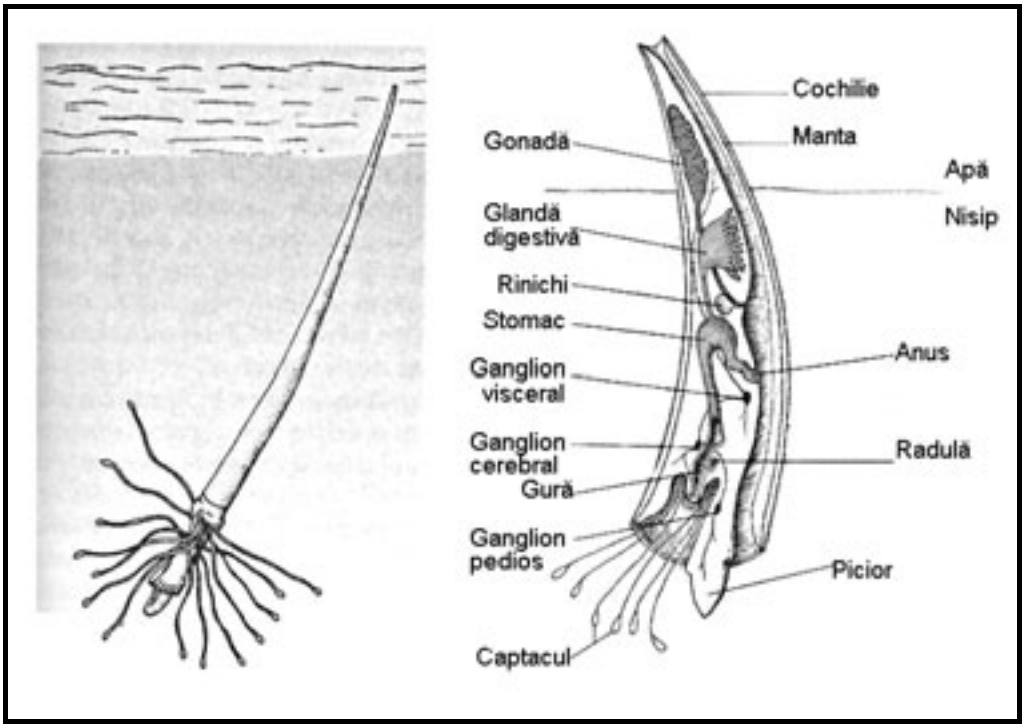


Figura. 8.6. *Dentalium* (Clasa Scaphopoda)

8.2.6. Clasa Bivalvia

Clasa Bivalvia cuprinde moluşte cu corpul comprimat lateral, protejat de o cochilie, formată din două valve, articulate dorsal.

Sunt lipsite de cap şi radulă, au un picior muscular, în formă de lamă de topor, ataşat de masa visceralã antero-ventral.

Au fost descrise până în prezent aproximativ 30 000 de specii marine şi dulcicole.

Morfologie

Dimensiunile corpului variază între 1-2mm -1m, cât măsoară *Tridacna gigas* (225 kg).

Prin bogăția de specii pe care o cuprinde, este al doilea grup ca mărime, după gasteropode.

Multe specii sunt comestibile, unele formează perle. Întrucât se hrănesc prin filtrare, sunt specii valoroase în îndepărtarea bacteriilor din apele poluate.

Cochilia

În lungul marginii dorsale a cochiliei există un **ligament** proteic, dinți şi fosete care împiedică alunecarea valvelor. Cea mai veche parte a cochiliei este **umbone**, o zonă umflată, situată aproape de capătul anterior. Cochilia este continuă în lungul marginii dorsale, dar în regiunea ligamentului, mantaua secretă cantități relativ mari de proteină şi relativ puțin carbonat de calciu. Rezultatul este un ligament elastic. Elasticitatea ligamentului deschide valvele când anumiți muşchi se relaxează. (Figura 8.7.).

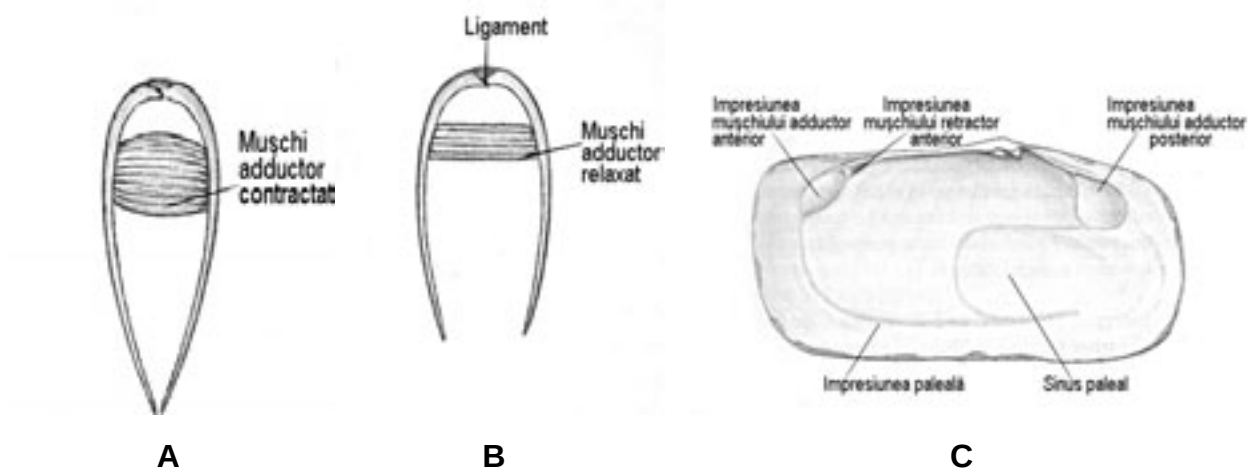


Figura. 8.7. Mecanismul de închidere (A) şi deschidere a valvelor (B); identificarea poziției muşchilor aductori după impresiunile lăsate pe valve (C) (după Hickman şi colab. 2004).

Musculatura

Muşchii aductori, situați la fiecare capăt al jumătății dorsale a cochiliei, apropie valvele.

Închiderea valvelor este prima reacție de apărarea împotriva duşmanilor. Mantaua se ataşează la cochilie în dreptul muşchilor aductori şi aproape de marginea cochiliei.

Dacă un grăunte de nisip sau un parazit pătrunde între cochilie şi manta, aceasta secretă sidef (conchiolină) în jurul corpului străin, formând gradat o perlă. *Pinctada margaritifera şi Pinctada mertensi,* formează perle de cea mai bună calitate.

Schimbul de gaze

Adaptările bivalvelor la viața sedentară şi filtratoare includ pierderea capului şi radulei şi dezvoltarea branhiilor, acoperite cu cili.

Branhiile majorității bivalvelor sunt modificate pentru hrănirea prin filtrare. Ele s-au format din ctenidii primitive printr-o alungire a filamentelor de o parte şi de alta a axei centrale. Filamentele aşezate alăturat s-au unit ulterior prin joncțiuni ciliare sau fuziuni de țesut, formând lamele cu numeroase tuburi în interior. Branhiile formează pelicule pliate, cu un capăt ataşat de picior şi celălalt ataşat de manta.

Partea cavității mantalei situată ventral față de branhii este **regiunea inhalantă**, iar cea situată dorsal față de branhii este **regiunea exhalantă** (Figura 8.8.). Cilii atrag apa în cavitatea mantalei prin orificiul inhalant al mantalei. Uneori acest orificiu este situat la capătul unui sifon rezultat prin prelungirea mantalei. O scoică îngropată în substrat poate să-şi prelungească sifonul deasupra substratului încât simultan să se hrănească şi să realizeze schimbul de gaze. Apa trece din cavitatea mantalei în pori mici de pe suprafața branhiilor şi de acolo în canalele verticale ale branhiilor, denumite **tuburi acvifere**. În cursul mişcării prin tuburi, sângele şi apa sunt în strânsă vecinătate şi schimbul de gaze are loc prin difuzie. Apă iese din corpul scoicii printr-o parte a cavității mantalei situată dorsal în raport cu branhiile, denumită **cameră suprabranhială** şi prin orificiul exhalant al mantalei (Figura 8.9.).

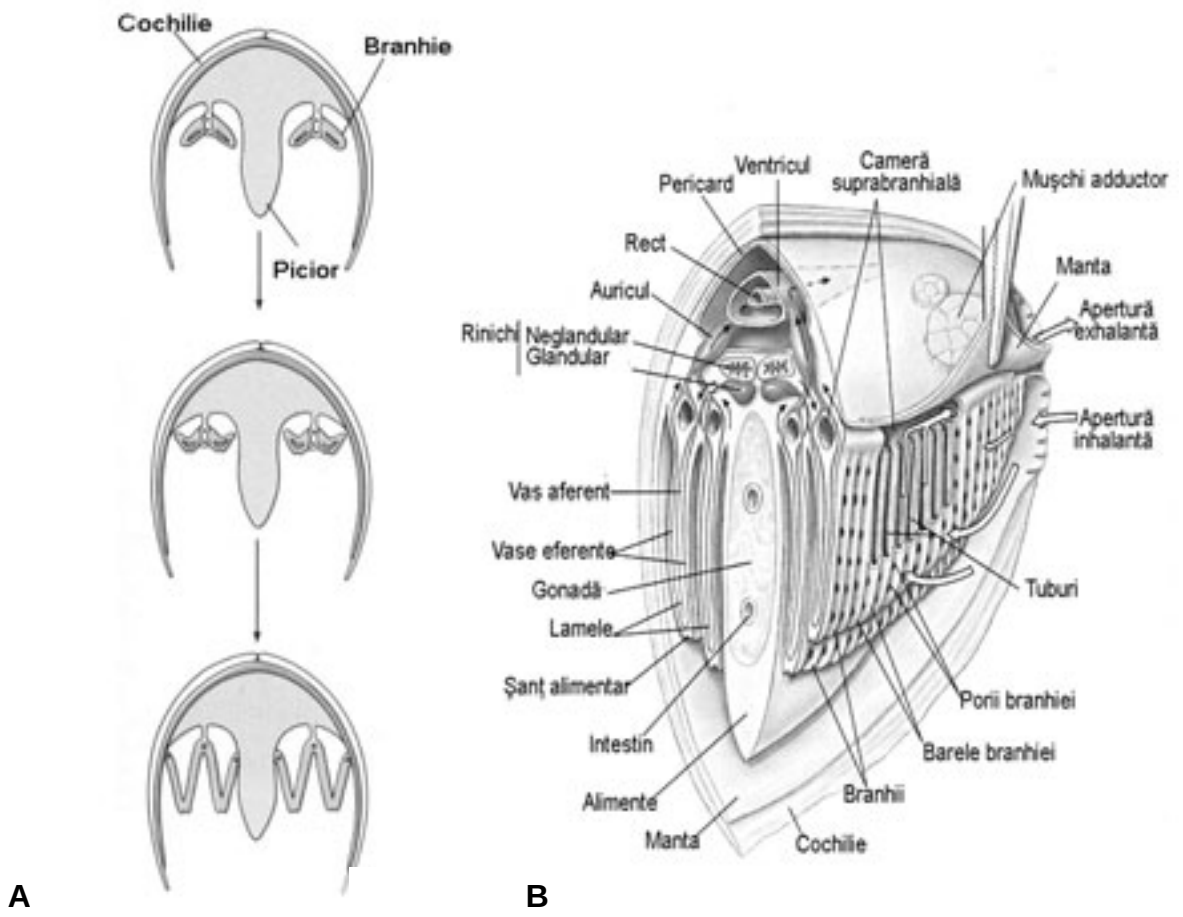


Figura 8.8. Evoluția ctenidiilor la bivalve (A); legătura sistemului circulator şi respirator (B) (după Hickman şi colab. 2004)

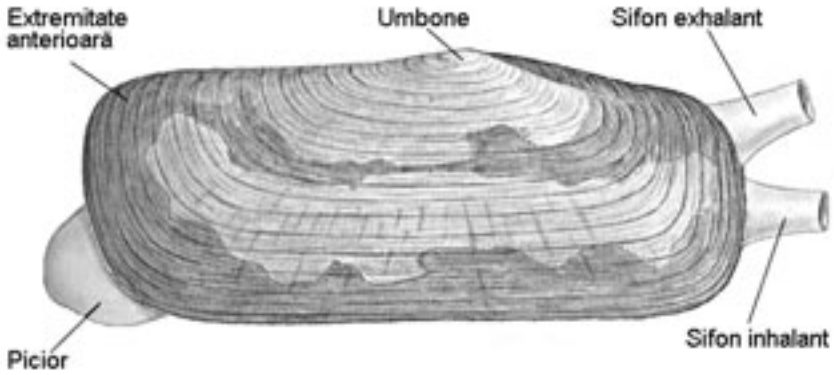


Figura 8.9. *Tagellus plebius,* specie la care se diferențiază sifoane

Sistemul digestiv şi hrănirea

Branhiile capturează particulele alimentare în cavitatea mantalei. Cilii le deplasează spre marginea ventrală a branhiilor şi apoi le împing spre gură. Cilii care acoperă palpii labiali de pe fiecare parte a gurii sortează particulele alimentare filtrate. Particulele mici sunt orientate spre gură, cele mari ajung la marginea palpilor şi branhiilor. Acest material respins, denumit **pseudofecale**, cade sau este eliminat pe manta, iar ciliatura îl transportă posterior. Când apa se elimină sub presiune, la închiderea forțată a valvelor, sunt îndepărtate şi aceste materii din cavitatea mantalei (Figura 8.10).

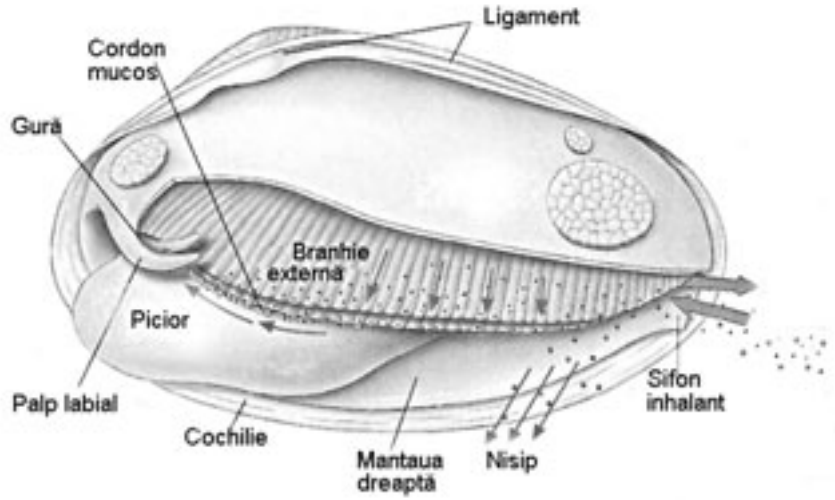


Figura 8.10. Mecanismul hrănirii la speciile de apă dulce (după Hickman şi colab., 2004)

Particulele alimentare pătrund în esofag, aglutinate într-o peliculă de mucus care se prelungeşte în stomac şi este rotită de cilii care căptuşesc tractul digestiv.

O masă mucoidă consolidată, denumită **stilet cristalin,** se proiectează în stomac, dintr-un diverticul denumit **sacul stiletului**. În stiletul cristalin sunt încorporate enzimele necesare digestiei hidraților de carbon şi lipidelor. Cilii din sacul stiletului rotesc stiletul pe un scut gastric chitinizat. Această frecare şi mediul acid din stomac, dislocă enzimele. Şiragul mucos de particule alimentare se roteşte în jurul stiletului cristalin care împinge alimentele mai departe în stomac. pH acid din stomac dislocă particulele alimentare. O sortare ulterioară va separa particulele fine de materialele nedigerabile care vor fi împinse în intestin.

Din stomac, alimentele parțial digerate, pătrund în glanda digestivă, unde are loc digestia intracelulară. Cilii împing resturile nedigerate înapoi în stomac şi ulterior în intestin. Conținutul intestinului este evacuat prin orificiul anal, situat în apropierea orificiului exhalant (Figura 8.11.).

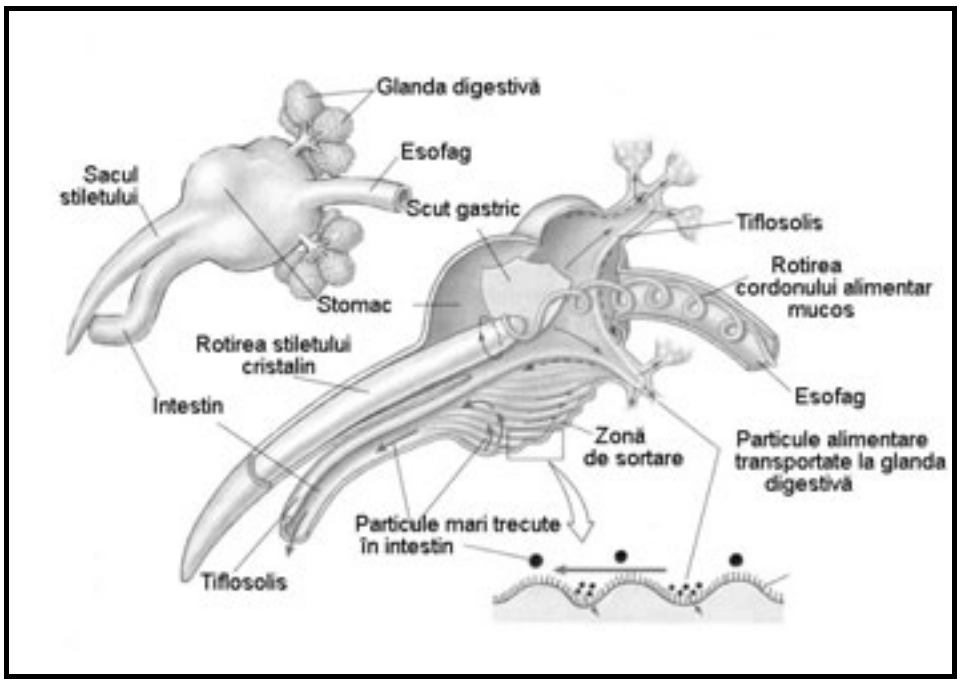


Figura. 8.11..Stomacul şi stiletul cristalin al bivalvelor (după Hickman şi colab., 2004)

Sistemul circulator

Bivalvele au un sistem circulator deschis. Sângele trece din inimă în sinusuri, nefridii, branhii şi se întoarce la inimă.

Mantaua este o zonă suplimentară de oxigenare. La anumite bivalve o aortă separată, aprovizionează direct mantaua cu sânge. O parte a sângelui este oxigenat în manta şi revine în ventricul prin auricule, restul circulă prin sinusuri, trece într-o vână spre rinichi, de unde ajunge la branhii, pentru oxigenare şi înapoi în auricule (Figura 8.12.).

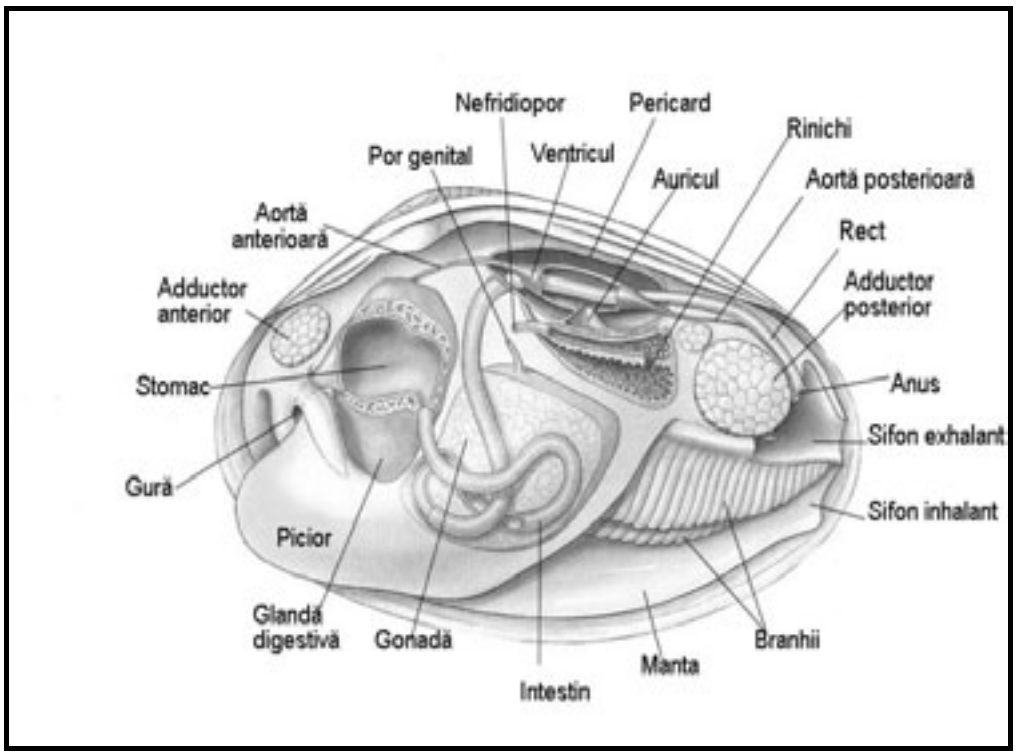


Figura. 8.12. Anatomia bivalvelor (după Hickman şi colab., 2004)

Sistemul excretor

Sub cavitatea pericardică sunt plasate două nefridii. Sistemul lor de tuburi conectează celomul, la un capăt, cu mediul extern la celălalt, deschizându-se prin nefridiopor, situat în regiunea anterioară a camerei suprabranhiale (Figura 8.12).

Sistemul nervos

Sistemul nervos este alcătuit din trei perechi de ganglioni interconectați, situați la nivelul esofagului, piciorului şi muşchiului aductor posterior.

Marginea mantalei este principalul organ de simț, bogat în celule senzoriale. La unele specii mantaua este prevăzută cu tentacule senzoriale şi fotoreceptori care pot apărea chiar sub forma unor ochi complecşi cu lentile şi cornee (ca la speciile *Aequipecten*, *Chlamys*).

Statociştii sunt localizați în manta, în apropierea ganglionului pedios. Sub muşchiul aductor posterior, este plasat un osfradiu.

Sistemul genital şi reproducerea

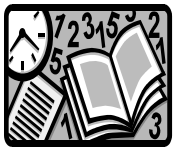
Majoritatea bivalvelor au sexe separate, câteva sunt hermafrodite, în general proterandrice.

Gonadele sunt situate în masa viscerală, unde înconjoară intestinul buclat. Ductele gonadelor se deschid direct în cavitatea mantalei sau prin nefridiopor, în cavitatea mantalei.

Majoritatea bivalvelor prezintă fecundație externă. Gameții ies prin camera suprabranhială a cavității mantalei şi orificiul exhalant. În cursul dezvoltării, animalul trece prin stadiul de **larvă trocoforă** şi **veliger**. Acesta din urmă se instalează pe substrat şi ia forma adultului.

Fecundația se desfăşoară în cavitatea mantalei cu ajutorul spermatozoizilor aduşi de curentul inhalant de apă. La unele specii dezvoltarea are loc în branhiile materne până în stadiul de trocoforă sau veliger. Ulterior scoicile tinere sunt îndepărtate de pe branhii.

La alte specii apare un stadiu de veliger modificat, denumit **glochidium**, parazit pe peşti. Larvele parazite sunt prevăzute cu două valve şi uneori cu dinți în formă de cârlig. Larvele ies prin orificiul exhalant şi se afundă în substrat. Majoritatea mor, însă dacă un glochidium vine în contact cu peşti, se fixează de branhii, înotătoare sau altă parte a corpului şi începe să se hrănească pe țesuturile gazdei. Peştele formează un chist în jurul larvei.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 218.

TESTE DE AUTOEVALUARE

13. Explicați mecanismul de închidere şi deschidere a valvelor.

14.Precizați trei adaptări la viața sedentară filtratoare a bivalvelor.

15.Explicați modul de formare al perlelor.

16.Ce tendință sesizați în evoluția ctenidiilor la bivalve?

17.Ce este stiletul cristalin ? Precizați rolul pe care acesta îl îndeplineşte.

Diversitate

Bivalvele trăiesc aproape în toate habitatele acvatice. Se îngroapă parțial sau total în nisip sau mâl, se ataşează de substrate solide, sapă în lemn, corali sau piatră.

Marginile mantalei bivalvelor săpătoare sunt frecvent fuzionate şi formează deschideri distincte în cavitatea mantalei, **sifoane**. În timpul săpatului, datorită acestei adaptări, apa este evacuată din cavitatea mantalei şi evitându-se acumularea sedimentelor.

Unele specii se fixează de substrat prin cimentare sau cu ajutorul unor filamente proteice, **filamente de bissus**, pe care le secretă o glandă din picior.

Există specii de bivalve, cum este *Tridacna derasa,* din regiunea tropicală indo-pacifică, care trăiesc în asociație cu coralii. În mare măsură, hrănirea este asigurată prin relația simbiotică cu alge fotosintetice, zooxantele, localizate în mantaua cărnoasă.

Teredo, Bankia distrug lemnul ambarcațiunilor. Au un aspect vermiform, corpul fiind prevăzut cu o pereche se sifoane posterioare, suple care mențin curentul de apă peste branhii. Valvele globulare, deplasate spre partea anterioară, sapă în substratul lemnos, datorită unor dinți microscopici. Se hrănesc cu particule de material lemnos, degradate cu ajutorul celulazei, produsă în tubul digestiv de bacterii simbionte, care fixează şi azot.

8.2.7. Clasa Gastropoda

Clasa Gastropoda grupează peste 35 000 de specii terestre, marine, dulcicole, protejate de obicei de o cochilie spiralată.

Simetria corpului este modificată datorită procesului de **torsiune**. Uneori sunt hermafrodite. Exemplu:*Nerita, Orthaliculus, Helix.*

Este cea mai numeroasă şi variată clasă de moluşte.

Una dintre cele mai importante modificări ale formei corpului, **torsiunea**, are loc timpuriu în dezvoltarea animalului.

Torsiunea este o răsucire a masei viscerale, mantalei şi cavității mantalei cu 180°, în sens invers acelor de ceasornic, care are loc în stadiul de veliger. Branhiile, anusul, orificiile canalelor excretoare şi genitale sunt deplasate din pozițiile inițiale, în urma capului. Tubul digestiv ia forma literei “U”, conectivele nervoase se încrucişează. Cavitatea mantalei este plasată anterior, branhia, metanefridia şi auriculul de pe partea stângă ajung pe partea dreaptă.

Se consideră că în lipsa torsiunii retragerea corpului în cochilie ar fi prezentat dezavantaje: piciorul ar fi fost retras înaintea capului care este mai vulnerabil. Torsiunea permite retragerea inițială a capului în cochilie şi protecția, mai eficientă, împotriva prădătorilor.

Pe marginea dorsală şi posterioară a piciorului unor specii apare un înveliş proteic sau calcaros denumit **opercul**, care sporeşte protecția. Când melcul îşi retrage piciorul în cavitatea mantalei, operculul acoperă deschiderea cochiliei, împiedicând deshidratarea.

Un alt avantaj al torsiunii priveşte deschiderea anterioară a cavității mantalei prin care intră apă curată din fața melcului şi nu apă tulburată de mişcările de înot ale animalului.

Torsiunea organelor de simț ale mantalei în jurul regiunii cefalice este al treilea avantaj pentru că sensibilizează melcul la stimulii care vin din direcția în care se deplasează.

Deschiderea anusului şi a nefridiilor pe partea dorsală a capului creează probleme care au necesitat adaptări suplimentare. Diferite modificări permit apei şi deşeurilor pe care le transportă, să iasă prin

orificii, fante ale mantalei şi cochiliei, situate posterior capului. Anumite gasteropode (opistobranhiate şi pulmonate) au suferit un proces de detorsiune prin care embrionii suferă o torsiune completă de 180° şi apoi o detorsiune de 90°. În felul acesta cavitatea mantalei se deschide pe partea dreaptă a corpului, în urma capului (Figura 8.13.).

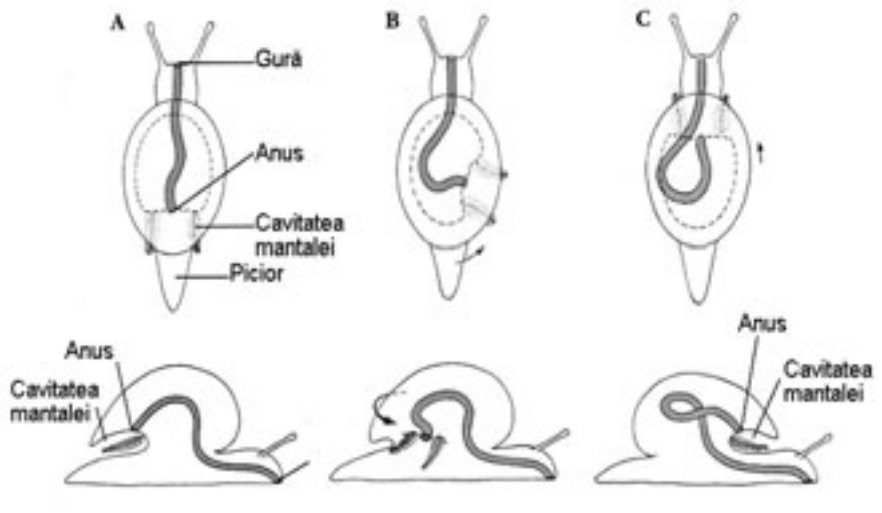


Figura 8.13. Torsiunea mantalei, cavității mantalei şi masei viscerale la gasteropode.

Spiralizarea

Răsucirea în spirală a cochiliei şi a masei viscerale este un proces diferit de cel de torsiune.

Spiralizarea se produce în stadiul larvar, simultan cu torsiunea, dar a constituit un eveniment evolutiv separat, care a debutat anterior torsiunii.

Cochilia

Primele gasteropode au avut o cochilie spiralată într-un singur plan, **planspirală**, cu simetrie bilaterală Acest aspect nu s-a conservat la fosilele mai recente, întrucât creşterea a determinat apariția unei cochilii tot mai greoaie. Cochilia planspirală nu era foarte compactă deoarece fiecare spiră era situată complet în afara celei precedente. Acest neajuns s-a rezolvat prin apariția **formei conispirale**. Pe măsură ce a devenit mai grea, cochilia s-a înclinat pe o parte.

O distribuție mai bună a greutății s-a obținut prin deplasarea cochiliei spre partea superioară şi posterioară a corpului, oblic față de axa longitudinală a piciorului.

Cochilia, formată dintr-o singură piesă, începe cu **apexul**, care conține cea mai veche şi mai mică spiră. Spirele devin tot mai largi în jurul unei axe denumită **columelă**. Cochilia se poate deschide pe partea dreaptă şi atunci de numeşte **cochilie dextră**, sau pe partea stângă, **cochilie senestră**. Deschiderea cochiliei se numeşte **apertură** şi conturul ei, **peristom**. Acesta poate fi continuu, peristom **holostom** sau întrerupt de un jgheab, în care pătrunde o prelungire a mantalei, denumită **sifon,** situație în care peristomul este **sifonostom**.

Majoritatea melcilor moderni sunt spiralizați asimetric, într-o formă mai compactă, cu spire succesive uşor mai mari decât precedentele. Acest tipar lasă un spațiu mai restrâns pe o parte a masei viscerale pentru anumite organe, ceea ce înseamnă că organele care acum sunt nepereche au fost cândva pereche (Figura 8.14.).

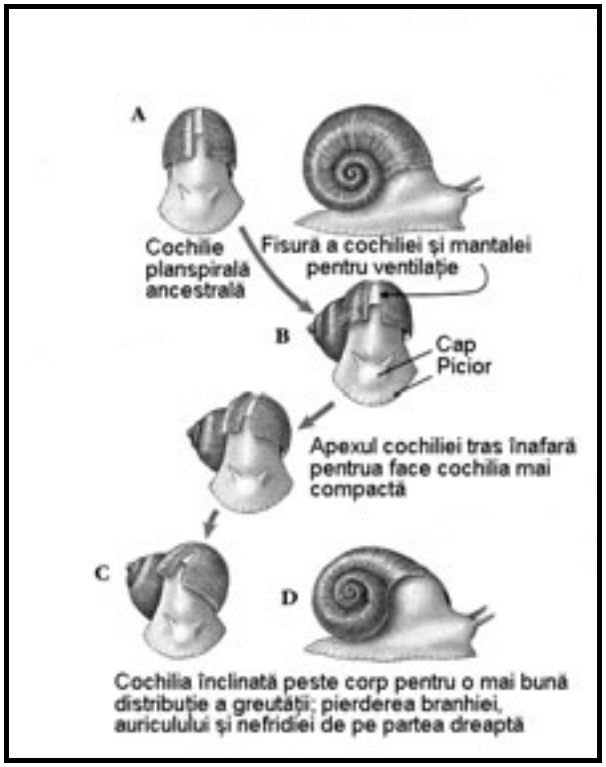
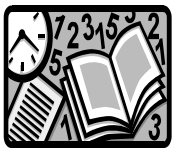

A
Cochilie planspirală ancestrală
Fisură a cochiliei şi mantalei pentru ventilaţie
B
Cap
Picior
Apexul cochiliei tras înafară pentrua face cochilia mai compactă
C
D
Cochilia înclinată peste corp pentru o mai bună distribuţie a greutăţii; pierderea branhiei, auriculului şi nefridiei de pe partea dreaptă

Figura. 8.14. Spiralizarea cochiliei (după Hickman şi colab., 2004)



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 218.

TESTE DE AUTOEVALUARE

18. Ce structuri ale corpului sunt afectate de torsiune?

19. Precizați avantajele dobândite de gasteropode ca urmare a apariției torsiunii.

20. Ce deosebire există între spiralizare şi torsiune?

21. Descrieți părțile componente ale cochiliei gasteropodelor.

Locomoția

Aproape toate gasteropodele au un picior aplatizat, uneori ciliat, acoperit cu celule glandulare, folosit pentru târâre pe substrat. Cele mai mici gasteropode folosesc cilii pentru propulsarea pe substratul mucos pe care îl secretă. Gasteropodele mari folosesc undele contracțiilor musculare care se propagă de-a lungul piciorului. Piciorul unor specii de gasteropode este modificat pentru fixare sau pentru înot, alungit, hidraulic, umplut cu sânge. Formele săpătoare îşi alungesc piciorul în nisip sau mâl, îl măresc, sub presiunea sângelui şi îl folosesc ca pe o ancoră pentru a trage corpul înainte.

Hrănire şi digestie

Majoritatea gastropodelor se hrănesc răzuind alge sau alte microorganisme ataşate de substrat, cu ajutorul radulei.

Gasteropodele sunt ierbivore, hrănindu-se cu plante de talie mare, parazite, prădătoare sau saprofage.

Partea anterioară a tubului digestiv se poate transforma într-un proboscis extensibil care conține radula, structură importantă pentru speciile prădătoare, care trebuie să extragă carnea din zone greu de penetrat.Tubul digestiv al gasteropodelor este ciliat.

Hrana este reținută în benzi de mucus, încorporată într-o masă denumită **protostil**, care pătrunde în stomac unde este rotită de cili. Glanda digestivă eliberează enzime în masa viscerală şi acid în stomac, particulele alimentare reținute în protostil, fiind eliberate şi digerate.

Bullia şi *Buccinium* se hrănesc cu carne în descompunere.

Melongea, *Fasciolaria*, *Polinices*, *Urosalpynx* se hrănesc cu scoici.

Cyphoma gibbosum consumă gorgonari.

Conus are radula modificată pentru capturarea prăzii. O glandă veninoasă introduce la nivelul dinților radulari un lichid toxic, bogat în **conotoxine.** Proboscisul aruncă asupra prăzii un dinte, ca un harpon. Conotoxinele sunt specifice neuroreceptorilor prăzii preferate.

Alte specii preferă depozitele organice. S-a observat că stomacul consumatorilor ciliari este prevăzut cu regiuni de sortare şi cea mai mare parte a digestiei se desfăşoară intracelular, în glanda digestivă. (Figura. 8.15.).

Schimbul de gaze

În realizarea acestei funcții intervine cavitatea mantalei.

Gasteropodele primitive au două branhii, cele moderne au o singură branhie, datorită spiralizării. Cele mai multe specii însă au pierdut şi jumătate din branhia rămasă, axul central ataşându-se de peretele cavității mantalei.

Anumite gasteropode prezintă o prelungire înrulată a mantalei, denumită **sifon,** care serveşte ca tub inhalant. De obicei speciile săpătoare alungesc sifonul la suprafața substratului, pentru a aduce apă.

Branhiile sunt reduse sau absente la speciile terestre. Acestea au o manta bine vascularizată pentru schimbul de gaze dintre sânge şi aer. Contracțiile mantalei ajută la circulația apei şi aerului prin cavitatea mantalei.

Gasteropodele au un sistem circulator deschis. Sângele părăseşte vasele şi scaldă direct celulele în spații tisulare, denumite **sinusuri**. Sistemul circulator este prevăzut cu organ propulsor, **inimă** alcătuită dintr-un ventricul şi două auricule. Majoritatea gasteropodelor au pierdut unul dintre auricule datorită spiralizării.

În afara transportului de substanțe nutritive, gaze şi substanțe de catabolism, sângele moluştelor acționează ca un schelet hidraulic. Un schelet hidraulic este format dintr-un lichid sub presiune, limitat la spațiile tisulare, care permite mărirea unor structuri ale corpului şi susține corpul. Moluştele contractă muşchii pentru a împinge sângele într-o structură distală care se va alungi.

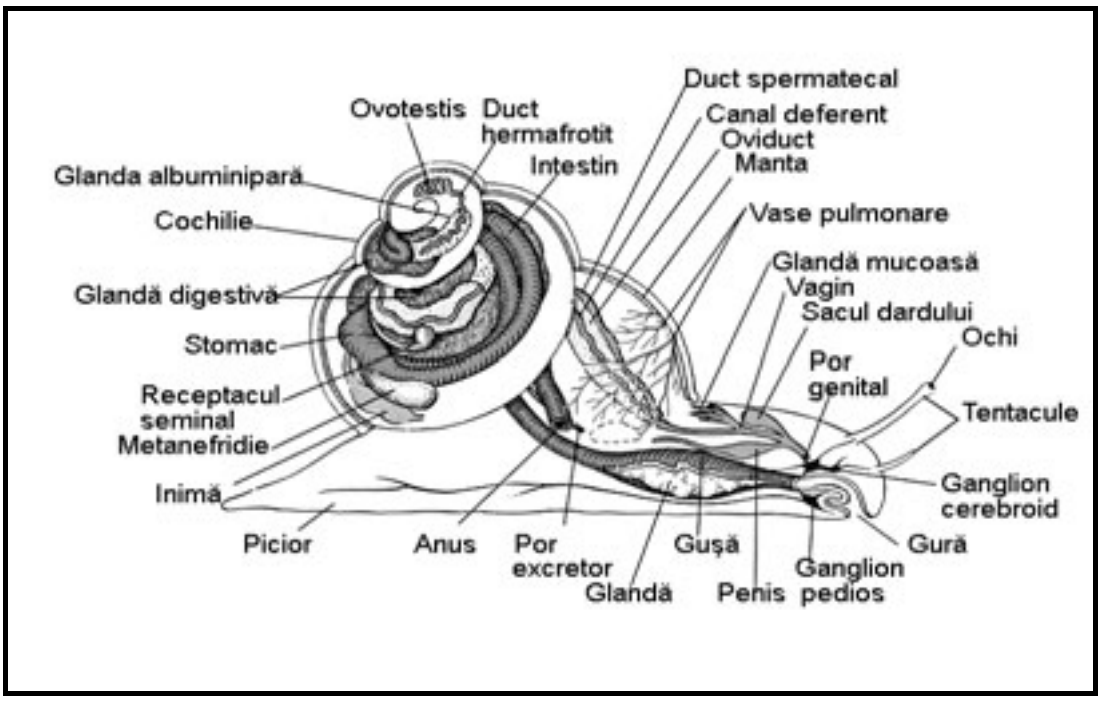


Figura 8.15. Anatomia gasteropodelor

Sistemul nervos

Sistemul nervos al gasteropodelor cuprinde şase ganglioni, localizați în cap, picior şi masă viscerală. La gasteropodele primitive torsiunea a provocat încrucişarea nervilor care leagă aceşti ganglioni. Evoluția sistemului nervos al gasteropodelor a condus la nervi neîncrucişați şi la o concentrare a țesutului nervos în câțiva ganglioni mai mari, în special la nivelul capului.

Gasteropodele au organe de simț bine dezvoltate.

Ochii sunt situați la baza sau la extremitatea tentaculelor. Pot fi simple cupe, cu celule fotoreceptoare pigmentate sau sunt formați din lentile şi cornee.

Statociştii sunt localizați în picior.

Osfradiile sunt chemoreceptori localizați în peretele anterior al cavității mantalei care detectează sedimentele şi substanțele chimice în apă sau aer. Osfradiile speciilor prădătoare ajută la detectarea prăzii, având uneori şi rol de mecanoreceptori.

Sistemul excretor

Gasteropodele primitive au prezentat două **nefridii**.

La speciile moderne, nefridia dreaptă a dispărut, din cauza spiralizării cochiliei. Nefridia este formată dintr-un sac cu pereți puternic cutați, care comunică cu celomul, cavitatea pericardică.

Deşeurile metabolice provin din fluidele filtrate din sânge şi secretate în celom. Nefridia modifică aceste deşeuri prin reabsorbția selectivă a anumitor ioni şi molecule organice şi se deschide în cavitatea mantalei sau, la speciile terestre, pe partea dreaptă a corpului, alături de cavitatea mantalei şi de orificiul anal.

Speciile acvatice elimină amoniac pentru că au acces la apă în care amoniacul este diluat. Speciile terestre trebuie să transforme amoniacul într-un produs mai puțin toxic, acidul uric. Pentru că este relativ insolubil în apă şi mai puțin toxic, acidul uric este excretat sub formă semisolidă, ceea ce vine în întâmpinarea nevoii de conservare a apei.

Reproducerea

Majoritatea melcilor marini au sexe separate. Gonadele sunt aşezate în spirală. Gonoductele elimină gameții în mediul acvatic, unde urmează să aibă loc fecundația.

Numeroase specii sunt hermafrodite, având fecundație internă încrucişată. Copulația are loc printr-un transfer reciproc de lichid spermatic sau unul dintre parteneri acționează ca un mascul iar celălalt ca femelă. Dintr-un pliu al peretelui corpului a evoluat organul de acuplare, penis. Anumite regiuni ale tractului genital femel s-au transformat în structuri glandulare, secretând în jurul oului fecundat mucus, înveliş gelatinos protector sau o capsulă.

Unele specii de gasteropode sunt proterandrice, maturând inițial testiculele. Ulterior acestea degenerează şi se maturează ovarele. Ovulele sunt depuse izolat sau sub formă de mase compacte şi fecundate (fecundație externă).

Ovulele fecundate în interior sunt depuse în şiraguri gelatinoase sau mase. Ouăle speciilor terestre, voluminoase, cu vitelus abundent, uneori încapsulate într-o coajă calcaroasă, sunt depuse în medii diferite, de exemplu în litiera pădurilor.

În urma segmentării spirale se formează **larva trocoforă** liberă, (Figura. 8.16.) care se transformă în **veliger** prevăzut cu picior, ochi, tentacule şi cochilie**.** În stadiul de veliger debutează torsiunea, urmată de transformarea şi metamorfozarea în adult.

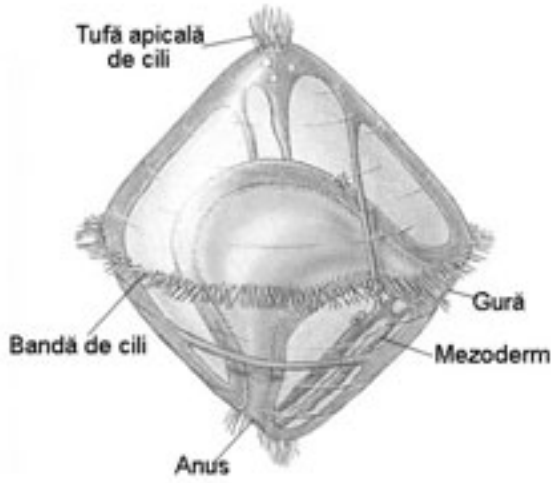


Figura 8.16. Larva trocoforă

Din totalul speciilor de gasteropode, 20 000 sunt încadrate în **Subclasa Prosobranchia** şi populează mediul marin. Puțini reprezentanți dai acestei subclase sunt răspândiți în mediul terestru sau dulcicol. În general sunt forme ierbivore, consumatori de depozit, unele specii sunt carnivore şi pot injecta venin în pradă (peşti, moluşte, anelide) cu ajutorul radulei transformată într-o structură asemănătoare unui harpon.

În această subclasă sunt incluse şi heteropodele, specii prădătoare vorace cu o cochilie slab dezvoltată sau fără cochilie şi piciorul modificat într-o înotătoare ondulantă, care propulsează animalul în mediul acvatic.

Prosobranhiatele sunt considerate de unii zoologi un grup parafiletic.

Se consideră definitorii următoarele caractere:

- **cavitatea mantalei este situată anterior**
- **branhiile, nefridiile sunt localizate anterior inimii**
- **au o pereche de tentacule**
- **sexele sunt separate**
- **în general prezintă opercul**

Subclasa Opistobranchia include iepurii şi limacşii de mare. La aceste gasteropode

- **cochilia, cavitatea mantalei şi branhiile sunt reduse sau absente.**
- **masa viscerală, mantaua şi cavitatea mantalei au suferit o detorsiune parțială sau totală**
- **au două perechi de tentacule, perechea a doua fiind modificată şi transformată în rinofore, structuri care măresc suprafața de chemorecepție.**

Unele specii au dobândit de la prăzile lor, cnidarii, nematociste nedescărcate, pe care le transportă în vârful unor papile de pe spatele, denumite **cerata**, folosindu-le împotriva duşmanilor.

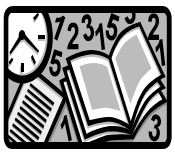
Pteropodele au piciorul transformat în lobi înotători.

Subclasa Pulmonata cuprinde 17 000 de specii, predominant dulcicole sau terestre. În general sunt animale ierbivore cu o radulă lungă pentru răzuirea materialului vegetal.

Cavitatea mantalei este puternic vascularizată şi funcționează ca un plămân. Apa şi aerul pătrund sau ies printr-un orificiu, denumit **pneumostom**.

Speciile acvatice au o pereche de tentacule neretractile, la baza cărora se află ochii, formele terestre au două perechi de tentacule, cea posterioară fiind prevăzută cu ochi.

În opinia unor zoologi Subclasele Opistobranchia şi Pulmonata formează împreună un grup monofiletic.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 218.

TESTE DE AUTOEVALUARE

22. Precizați trei funcții îndeplinite de sângele gasteropodelor.

23. Ce produşi de catabolism se elimină prin intermediul nefridiilor. Explicați legătura existentă între produsul eliminat şi mediul de viață al animalului.

24.Enumerați tipurile de caractere folosite în clasificarea gasteropodelor.

8.2.8. Clasa Cephalopoda

Clasa Cephalopoda reuneşte specii exclusiv marine, sensibile la salinitate, doar câteva specii trăiesc în Marea Baltică.

Cuprinde cele mai evoluate moluşte şi în multe privințe unele dintre cele mai complexe nevertebrate.

Morfologie

Piciorul s-a transformat într-o **coroană de tentacule** pentru capturarea prăzii, fixare, locomoție, copulație şi în **sifon**, legat de cavitatea mantalei şi folosit pentru locomoția prin propulsie.

Capul este situat în prelungirea masei viscerale alungite.

Mantaua musculară acoperă în întregime corpul cu excepția capului şi tentaculelor. Ea acționează ca o pompă care aduce mari cantități de apă în cavitatea mantalei.

Cochilia este redusă sau absentă.

Strămoşii cefalopodelor au avut probabil o cochilie conică. Singurul cefalopod care mai prezintă o cochilie externă este *Nautilus*. Cochilia spiralată este subdivizată prin septe. Pe măsură ce creşte, animalul se mută anterior, secretând în urmă lui un sept nou. Camerele sunt pline cu lichid şi doar un cordon celular, denumit **sifon**, perforează septele, absoarbe lichidul prin osmoză şi îl înlocuieşte cu gaze metabolice. Controlul flotabilității animalului se realizează prin modificarea cantității de gaz din cameră. (Figura 8.17.).

La toate celelalte cefalopode cochilia este redusă sau absentă.

Cochilia internă a sepiei este formată din straturi subțiri care delimitează mici spații pline cu gaz, necesare creşterii flotabilității. La calmar cochilia este redusă, internă, chitinoasă, cu aspect de pană. Suplimentar, calmarii prezintă plăci cartilaginoase în manta, perete, gât, cap, care susțin mantaua şi protejează creierul.

Cochilia lipseşte la caracatițe. (Figura 8.18.).

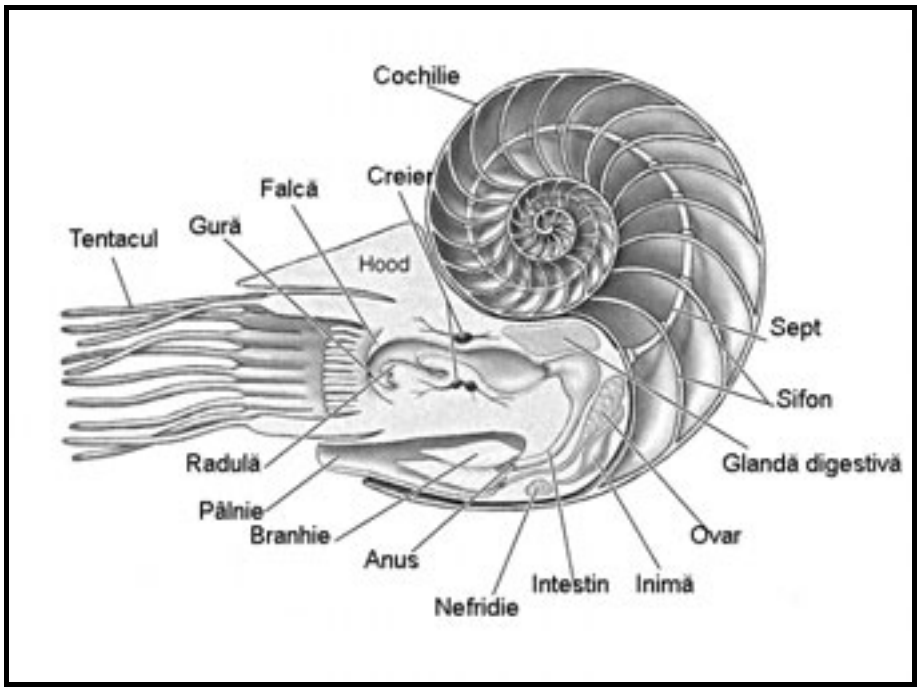


Figura8.17. Organizarea internă la *Nautilus*

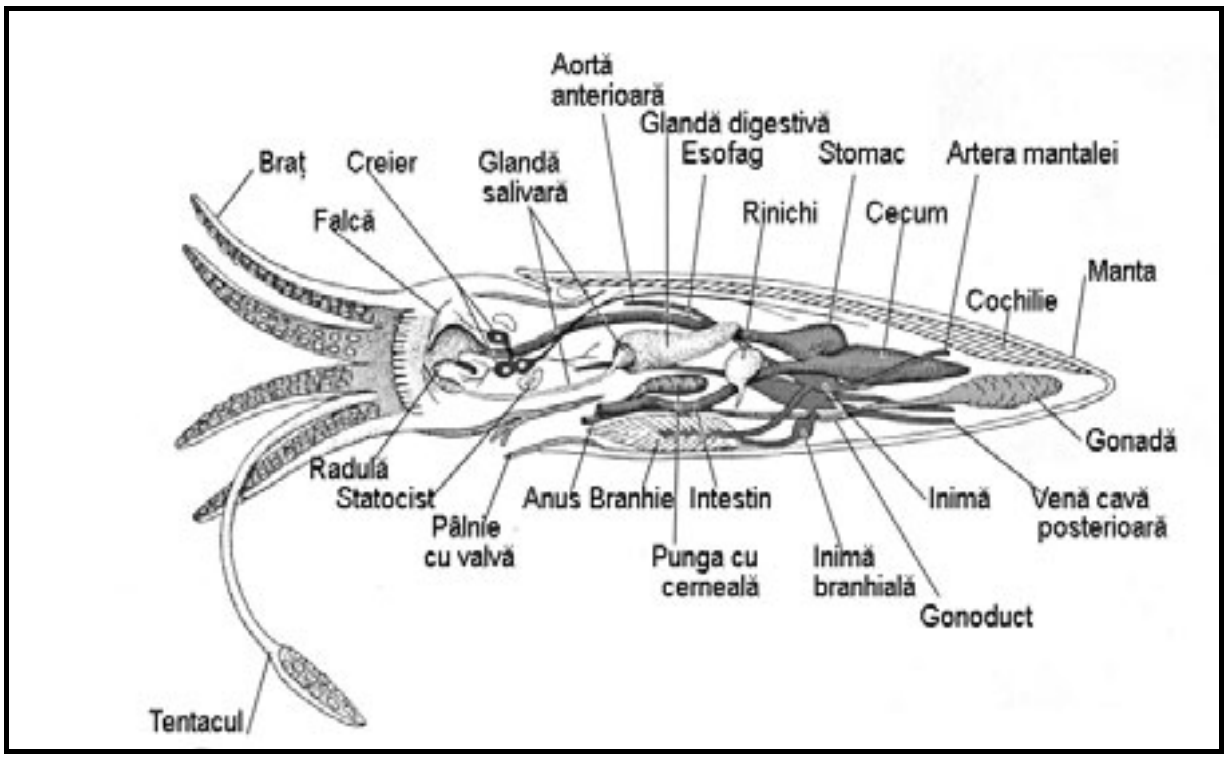


Figura. 8.18. Organizarea internă la cefalopode (*Loligo vulgaris*)

Locomoție. Cefalopodele (Figura. 8.18.) sunt animale de pradă care depind de capacitatea de a se deplasa rapid, folosind un sistem de propulsie prin jet.

Mantaua conține muşchi circulari şi radiari. Când se contractă muşchii circulari, volumul cavității mantalei scade, se închid valvele inelare care împiedică ieşirea apei din cavitatea mantalei, situată între cap şi peretele mantalei. Astfel apa este împinsă printr-o pâlnie îngustă (**sifon**). Muşchii inserați pe această pâlnie controlează direcția mişcării animalului. Muşchii radiari ai mantalei introduc apă în cavitatea mantalei, prin creşterea volumului cavității.

Înotătoarele posterioare acționează ca stabilizatori la calmar şi ajută la propulsia şi orientarea mişcării la sepie.

Calmarii zburători (Familia Onycoteuthidae) ating 30 km/h în timpul deplasării. Caracatițele în schimb sunt animale mai sedentare, care folosesc propulsia prin jet ca reacție de apărare. În mod normal, ele se deplasează pe substrat cu ajutorul tentaculelor. La majoritatea cefalopodelor folosirea mantalei în locomoție, coincide cu pierderea cochiliei externe.

Hrănire şi digestie Majoritatea cefalopodelor îşi localizează vizual prada şi o capturează cu ajutorul tentaculelor, prevăzute cu ventuze adezive. La calmar, marginile acestor ventuze sunt întărite cu proteine dure şi uneori, prezintă mici cârlige.

Toate cefalopodele au fălci şi o radulă.

Fălcile puternice cu aspect de cioc, sunt adaptate pentru sfâşierea prăzii, radula răzuie hrana, forțând-o să intre în cavitatea bucală.

Sepiile şi nautilii se hrănesc cu nevertebrate mici, în timp ce caracatițele sunt vânători nocturni, consumatori de melci, peşti şi

crustacei. La caracatițe au fost descrise glande salivare care injectează venin în corpul prăzii.

Calmarii atacă peşti şi crevete pe care îi omoară prin muşcături în regiunea capului.

Tubul digestiv al cefalopodelor este musculos, peristaltismul înlocuind deplasarea hranei cu ajutorul cililor. Cea mai mare parte a digestiei are loc în stomac şi în cecum.

În prima fază, digestia este extracelulară, realizată cu ajutorul glandelor digestive mari, care furnizează enzime. Intestinul se deschide prin orificiul anal, situat în apropierea sifonului. Curentul exhalant de apă elimină resturile nedigerate din cavitatea mantalei.

Circulația

Spre deosebire de celelalte moluşte, cefalopodele au un **sistem circulator închis.** Există un sistem de **vase capilare,** implicate stabilirea legăturii dintre artere şi vene dar şi în schimbul de gaze, substanțe nutritive şi deşeuri metabolice.

În afară de **inimă**, alcătuită din două auricule şi un ventricul, arterele contractile, denumite şi **inimi branhiale**, structuri situate la baza fiecărei branhii, au rol propulsor şi dirijează sângele spre branhie. Cantități mari de apă circulă permanent prin branhii. Aceste modificări permit creşterea presiunii şi a vitezei de curgere a sângelui, asigură nivelul ridicat al metabolismului.

Excreție

Cefalopodele prezintă o mare eficiență în realizarea excreției datorită sistemului circulator închis. Asocierea strânsă a vaselor de sânge cu nefridiile permite deşeurilor să se filtreze şi să fie eliminate direct din sânge în sistemul excretor.

Sistemul nervos

Creierul este bine dezvoltat şi evoluția sa este strâns legată de modul de viață activ şi prădător.

Creierul a rezultat prin fuziunea ganglionilor nervoşi. Teritorii nervoase importante sunt implicate în controlul contracției musculare, dar şi al percepției senzoriale, memoriei şi deciziei.

Ochii sunt asemănători ca structură cu cei ai vertebratelor, excelent exemplu de evoluție convergentă. Spre deosebire de ochiul vertebratelor, celulele nervoase pornesc din afara globului ocular, aşa încât nu există pata oarbă (regiunea din retina vertebratelor lipsită de fotoreceptori datorită convergenței celulelor nervoase din nervul optic). Asemenea multor vertebrate acvatice, cefalopodele îşi acomodează vederea prin deplasarea cristalinului pe direcție antero-posterioară.

Ochiul cefalopodelor permite formarea de imagini, deosebirea formelor, şi a unor culori. Ochiul nautiloid este mai puțin complex, lipsit de cristalin, cu partea internă orientată spre mediul acvatic, reprezentând o minusculă cameră de filmat.

Orientarea ochilor este controlată de statocişti. Pupilele au formă de fantă, orientată orizontal (Figura 8.19.).

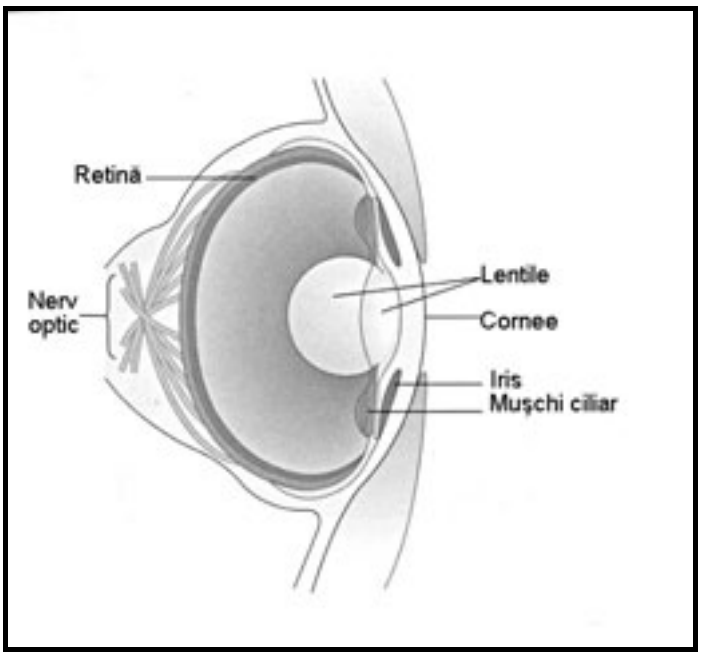


Figura 8.19. Anatomia ochiului de cefalopod

Statocistul, sensibil la gravitație şi accelerație, este localizat în cartilajele de lângă creier.

Osfradiile sunt prezente doar la *Nautilus.*

Receptorii tactili şi chemoreceptorii sunt larg răspândiți pe toată suprafața corpului.

Un proces interesant, controlat de sistemul nervos, este **comunicarea vizuală** pe care cefalopodele îl realizează cu ajutorul celulelor încărcate cu pigment, denumite **cromatofori**. Prin contracția unor muşchi minusculi, ataşați de aceste celule, cromatoforii trimit rapid prelungiri încărcate cu pigment şi schimbă culoarea animalului. În starea de alarmă, animalele îşi modifică culoarea concomitent cu eliminarea jetului de cerneală.

Într-o atitudine defensivă, schimbarea culorii poate să se răspândească în valuri, pe tot corpul, pentru a forma modele diferite. Schimbarea culorilor ajută la camuflarea animalelor în mediul de viață, dar este extrem de importantă în desfăşurarea comportamentului de curtare.

Pentru că semnalele vizuale sunt căi de comunicare importante, anumite specii combină expunerea cromatoforilor cu bioluminescența.

Toate cefalopodele prezintă o glandă cu cerneală care se deschide în urma anusului. Cerneala este un lichid brun sau negru bogat în melanină. Descărcarea cernelei provoacă o stare de confuzie prădătorului, permițând cefalopodului să se îndepărteze.

Reproducere şi dezvoltare

Cefalopodele sunt animale cu sexe separate, gonadele fiind situate în partea dorsală a masei viscerale. Tractul genital mascul este alcătuit din testicule şi structuri pentru împachetarea spermatozoizilor, denumite **spermatofori**. Tractul genital femel produce ovule cu vitelus abundent şi este prevăzut cu glande care secretă capsule gelatinoase în jurul ouălor, întărite de contactul cu apa.

Unul dintre tentaculele masculilor se numeşte **hectocotil** şi este specializat pentru transferul spermatoforului. La *Loligo* şi *Sepia*, hectocotilul are mai multe rânduri de ventuze mici, capabile să preia spermatoforii. În timpul copulației masculul îndepărtează spermatoforii din cavitatea sa paleală şi inseră hectocotilul în cavitatea paleală a femelei, depunând spermatoforul aproape de deschiderea oviductului. Ovulele sunt fecundate pe măsură ce părăsesc oviductul şi sunt depuse izolat sau în şiraguri.

Cu ajutorul brațelor caracatițele curăță şi aerează ouăle aflate în curs de dezvoltare. Puii însă nu sunt îngrijiți după ecloziune. Cefalopodele se dezvoltă în limita membranelor oului. La ecloziune puiul seamănă cu un adult în miniatură.

Exemple: *Sepia, Loligo, Octopus, Nautilus.*

Există trei subclase de cefalopode:

1. **Nautiloidea,** cu două perechi de branhii, 60-90 de tentacule adezive lipsite însă de ventuze.

2. **Ammonoidea**, care au înflorit în mezozoic şi au dispărut la sfârşitul cretacicului.

3. **Coleoidea** cu o pereche de branhii, cuprinde cefalopode încadrate în 4 ordine: **Ordinul Sepioidea**, corp rotund prevăzut cu înotătoare, 8 brațe şi două tentacule cu ventuze pedunculate, prevăzute cu margini cornoase şi dinți, **Ordinul Teuthoidea**, format din reprezentanți cu corp cilindric, opt brațe, două tentacule, **Ordinul Vampyromorpha**, **Ordinul Octopoda** opt brațe cu ventuze sesile, fără margini cornoase şi dinți, corp sacular, lipsit de înotătoare.

8.3. Filogenie

Grupul are o vechime mai mare de 500 milioane de ani.

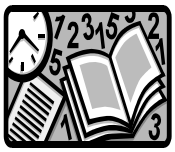
Probabil primele moluşte au apărut în Precambrian, în mediul marin bentonic în care se deplasau lent. La sfârşitul cambrianului unele se hrăneau prin filtrare, unele erau săpătoare iar alte specii înotătoare, erau prădătoare. Ulterior anumite specii au devenit terestre şi au cucerit diferite habitate. Cu toate că prezintă caractere de protostomian nu se cunosc afinitățile cu celelalte filumuri.

Prin descoperirea în 1952 a speciei *Neopilina galathea*, a fost identificată veriga dintre moluşte şi linia evolutivă a anelidelor şi artropodelor. *Neopilina* prezintă un aranjament segmentar al branhiilor, structurilor excretoare şi sistemului nervos. Segmentarea identificată la unele moluşte este deosebită de cea a anelidelor şi artropodelor. Nu există metamerie în dezvoltarea larvelor de moluşte De aceea cel mai plauzibil ar fi că moluştele s-au desprins din linia anelidelor după apariția celomului, dar înainte de apariția metameriei. Moluştele şi anelidele sunt mai strâns înrudite decât este fiecare în parte cu artropodele. De aceea ele sunt plasate în Suprafilumul Lophotrochozoa în timp ce artropodele sunt încadrate în Suprafilumul Ecdysozoa.

Segmentarea nu a fost o caracteristică a strămoşilor moluştelor. Caracterele de protostomieni pe care le prezintă, apropie foarte mult moluştele de linia evolutivă a anelidelor şi artropodelor. Relațiile cu alte filumuri animale sunt îndepărtate.

Gasteropodele şi cefalopodele sunt grup soră cu monoplacoforele.

Marea diversitate de forme şi stiluri de viață sunt un exemplu de radiație adaptativă.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 218.

TESTE DE AUTOEVALUARE

25. Explicați în maxim 30 de cuvinte mecanismul locomoției la cefalopode.

26. Completați cu noțiunile corespunzătoare spațiile libere. Un alt caracter al moluştelor este _____, un organ care este prevăzut cu dinți dispuşi pe şiruri. Sistemul nervos este de tip _____, conectat prin cordoane nervoase. Moluştele sedentare sunt lipsite de _____, în timp ce formele active suferă_____.

27. Dați exemple de :a) Bivalve, b) Cefalopode, c) Gasteropode

28. Explicați modul în care o scoică, un melc şi o sepie sunt adaptate la mediul lor de viață.

29. Comparați structura cochiliei la clasele de moluşte prezentate.

30. Identificați şi enumerați adaptările cefalopodelor la modul prădător de viață.

31. Prin ce se deosebeşte sistemul circulator al cefalopodelor de cel al altor clase de moluşte?

32.Completați următorul tabel pentru a compara gasteropodele cu cefalopodele şi bivalvele:

Caracter	Bivalvia	Cephalopoda	Gastropoda
Schelet			
Procurarea hranei			
Cefalizare			
Locomoție			
Reproducere			

33. Ce grupe de moluşte ați identificat în zona în care locuiți? (Înregistrați observațiile într-un tabel, indicând clasa de moluşte, zona geografică, parametrii fizici (temperatură, umiditate, pH, salinitate, adâncime), abundență speciei (frecventă, rară, foarte rară).

8.4. Rezumat

Moluştele sunt protostomieni celomați care au numeroase afinități cu anelidele şi aparțin Supraphylumului Lophotrochozoa. Este posibil să se fi desprins din linia evolutivă anelide-artropode. Alți autori consideră că au apărut dintr-un stoc de animale triploblastice, independent de alte filumuri. Au realizat o largă radiație adaptativă fiind prezente în majoritatea ecosistemelor.

Corpul lor este format din cap, picior, masă visceral, manta, cavitatea mantalei, cochilie. Majoritatea prezintă radulă. Corpul lor are în general simetrie bilaterală, cu excepția gasteropodelor care au pierdut simetria datorită unui proces de torsiune. Folosesc cilii pentru a se hrăni, au sistem circulator deschis, organe de simț bine dezvoltate şi nefridii. Celomul este reprezentat prin cavitatea pericardică, şi cea care înconjoară nefridiile şi gonadele. Cele mai evoluate moluşte sunt cefalopodele, animale marine prădătoare la care se observă tendința de reducere, până la dispariție, a cochiliei, transformarea piciorului în brațe şi sifon. Acestea au sistem circulator închis, sistem nervos şi organe de simț bine dezvoltate.

Bivalvele sunt moluşte cu corpul comprimat lateral, protejat de o cochilie, formată din două valve, articulate dorsal. Sunt lipsite de cap şi radulă, cu picior muscular în formă de lamă de topor, ataşat antero-ventral de masa visceral. Se hrănesc prin filtrare, antrenând apa peste branhii, prin acțiunea cililor.

Gasteropodele reprezintă grupul cel mai numeros şi de succes al moluştelor, istoria lor evolutivă incluzând torsiunea masei viscerale şi a cavității mantalei, dar şi spiralizarea şi alungirea masei viscerale.

Moluştele au un strămoş comun cu anelidele.

8.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare

1)schizocelie, enterocelie; 2) în jurul nefridiei, inimii şi gonadelor; 3) schizocelie; 4) este căptuşit cu peritoneu de origine mezodermică; 5) vezi p192; 6) cap, picior, manta, cochilie, masă visceral, cavitate paleală; 7) vezi p 193; 8) vezi p 194; 9) p 194; 10) vezi p 195; 11) vezi p 195; 12) vezi p 196; 13) vezi p 199-200; 14) vezi p 200; 15) vezi p 200; 16) vezi p 200-201; 17)p 202; 18) vezi p 205; 19)vezi p 205-206 ;20) vezi p 205-206; 21) vezi p 206; 22) vezi p 209; 23) vezi p 209-210; 24) vezi p 211; 25) p 213-214.; 26) radula, ganglionar , cap, cefalizare; 27) a) scoica de lac, scoica de râu, b) sepie, caracatiță, calmar, c) melcul de grădină, stridie, midie 28) scoica (cochilie protectoare, hrănire prin filtrare, organe de simț slab dezvoltate, cap , radulă absente-viață sedentară în mediu acvatic), sepie (cap, brațe organe de simț, bine dezvoltate, cochilie rudimentară-viață activă de prădător), melcul de grădină (cochilie bine dezvoltată, plămân, organe de simț, opercul-viață puțin activă în mediul terestru) 29)Polyplacophora-cochilie formată din 8 plăci calcaroase articulate mobil, Gasteropoda-cochile conspiralată în jurul unui ax, columelă, Bivalvia-cochilie bivalvă externă care se închide cu ajutorul muşchilor aductori şi se deschide pasiv, Cephalopoda-cochie rudimentară internă sau absentă, Caudofoveata şi Aplacophora-fără cochilie, Monoplacophora-cochilie convexă nedivizată, Scaphopoda-cochilie tubulară deschisă la ambele capete;

30) Creier, organe de simț bine dezvoltate, brațe, tentacule, cioc de papagal, locomoție rapidă prin propulsie, camuflaj;31) închis; 32)

Caracter	Bivalvia	Cephalopoda	Gastropoda
Schelet	**Schelet extern**	**Fără schelet**	**Schelet extern**
Procurarea hranei	**filtrare**	**Prădător activ**	**divers**
Cefalizare	**-**	**+**	**+**
Locomoție	**Picior**	**propulsie**	**Picior lățit**
Reproducere	**Sexe separate**	**Sexe separate**	**Hermafrodite sau sexe separate**

8.6. Instrucțiuni generale de evaluare

Criterii de evaluare: tutorele va aprecia în lucrarea de verificare a cursanților capacitatea de sinteză a informației, capacitatea de aplicare a cunoştințelor în contexte noi, însuşirea criteriilor morfologice folosite în identificarea taxonilor studiați, coerența şi logica răspunsurilor, corectitudinea cu care au fost însuşite definițiile, folosirea corectă a termenilor noi, argumentarea logică a teoriilor învățate, aplicarea cunoştințelor legate de biologia grupului studiat.

Pentru a obține un punctaj favorabil la lucrarea de verificare vă recomand să parcurgeți atent conținutul testelor de autoevaluare şi să verificați corectitudinea cu care ați răspuns la toate sarcinile de lucru.

Exercițiile cuprinse în lucrarea de verificare au punctaj egal (5p).

În cazul în care obțineți la lucrarea de verificare un scor mai mic de 50 de puncte va trebui să revedeți conținutul unității de învățare şi să refaceți lucrarea de verificare.

Rezultatul testului:

Numărul răspunsurilor corecte x 5=_____puncte

Punctajul maxim 100 puncte.

Ponderea lucrării de verificare este de 3,33% din evaluarea finală.

8.7. Lucrare de verificare 8.

V.8.1. Cum a apărut celomul moluştelor? (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).
V.8.2. Ce funcții îndeplineşte celomul moluştelor? (Redactați un răspuns în maxim 30 de cuvinte).
V.8.3. Ce deosebire există între torsiunea masei viscerale şi spiralizarea cochiliei? (Răspundeți în maxim 100 de cuvinte).
V.8.4. De ce credeți că bivalvele sunt indicatori utili ai calității apelor? (Luați în considerare modul lor de hrănire şi rolul pe care îl îndeplinesc în mod obişnuit într-un bazin acvatic). Răspundeți în maxim 50 de cuvinte.
V.8.5. De ce credeți că s-a păstrat cochilia la Nautilus, în timp ce la celelalte specii de cefalopode ea a regresat sau a dispărut? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

V.8.6. Comparați hidroscheletul cnidarilor şi al pseudocelomatelor cu cel al moluştelor (Redactați un eseu în maxim 500 de cuvinte).
V.8.7. Care sunt părțile componente ale metanefridiei? De unde sunt preluați produşii de catabolism? (Răspundeți în 20 de cuvinte).
V.8.8. Enumerați părțile componente ale ochiului de cefalopod şi explicați prin ce se deosebeşte de ochiul vertebratelor (Răspundeți în maxim 20 de cuvinte).
V.8.9. Precizați în ce mod se realizează acomodarea la distanță a ochiului de cefalopod. (Răspundeți în maxim 20 de cuvinte).
V.8.10. Explicați modul în care melcul de grădină îşi alungeşte tentaculele.
V.8.11. Ce parte a corpului secretă cochilia ?
V.8.12. Enumerați straturile care alcătuiesc cochilia şi materialele din care sunt formate. (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte)
V.8.13. Explicați tipurile de locomoție întâlnite la cefalopode (Răspundeți în maxim 20 de cuvinte).
V.8.14. Argumentați avantajele torsiunii masei viscerale. (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).
V.8.15. Care au fost consecințele spiralizării cochiliei ? (Răspundeți în maxim 100 de cuvinte).
V.8.16. Definiți noțiunile: ctenidie, odontofor, periostracum, strat prismatic, sidef, metanefridie, nefrostom, trocoforă, veliger, glochidium, osfradiu.
V.8.17. Definiți termenii: opercul, columelă, torsiune, rinofor, pneumostom.
V.8.18. Ce rol îndeplineşte sifonul la *Nautilus*.? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte)
V.8.19. Care este grupul de nevertebrate cel mai înrudit cu moluştele. Argumentați. (Redactați un răspuns în maxim 250 de cuvinte).
V.8.20. Explicați modul în care s-a produs transformarea piciorului la cefalopode.

8.8. Cuvinte cheie

cameră inhalantă, exhalantă, captacule, cavitatea pericardică, celule neurosecretorii, conchiolină, ctenidie, estete, glochidium, manta, masă visceralã, mecanism de schimb în contracurent, metanefridii, nefrostom, ochi direct, ochi indirect, osfradie, periostracum, radulă, sistem circulator închis, sistem circulator deschis, torsiune, trocoforă, umbone, veliger.

8.9. Bibliografie

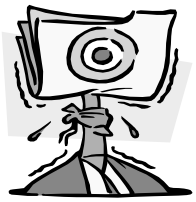
1. Barinaga, M., 1990, Science digests the secrets of voracious killer snails, Science, 249, 250-251.
2. Firă, V., Năstăsescu, M., (1977): Zoologia nevertebratelor E.D.P, 176-236.
3. Gosline, J.M., De Mont, M.D., (1985), Jet-Propelled swimming in squids. Sci.Am.252, 96-103.
4. Hanlon, R.T., Messenger, J.B., (1996), Cephalopod behaviour. Cambridge, U.K.Cambridge University Press.
5. Hickman, C.P., Roberts, L.S., Larson, A., l'Anson, H., 2004. Mc Graw-Hill, Integrated Principles of Zoology, Molluscs, 316-344.
6. Holloway, M., (2000), Cuttlefish say it to skin. Nat.Hist.109 (3), 70-76.
7. Miller, S.A., Harley, J.P., 2005, Zoology, Mc Graw-Hill, Molluscan Success 179-198.
8. Năstăsescu, M., Suciu, M., Aioanei F., (1998): Zoologia nevertebratelor, Lucrări practice, partea aII-a, T.U.B, 3-47.
9. Tesio C., (1997): Elemente de zoologie. Editura Universității Bucureşti, 72-90.
10. Ward, P., Greenwald, L., Greenwald, O.E., (1980), The buoyancy of the chambered nautilus. Sci. Am.243, 190-203.
11. www.mhhe.com/zoology, WebLinks, Phylum Mollusca.

Unitatea de învățare 9
PHYLUM ANNELIDA

Cuprins

Obiective 223
9.1. Caractere generale 224
9.2. Morfologie 226
9.3. Clasificare 227
9.3.1. Clasa Polychaeta 227
9.3.1.1. Morfologie externă 227
9.3.1.2. Organizare internă şi funcții 229
9.3.2. Clasa Clitellata 236
9.3.2.1. Subclasa Oligochaeta 236
9.3.2.1.1. Morfologie externă 236
9.3.2.1.2. Organizare internă şi funcții 237
9.3.2.2. Subclasa Hirudinea 243
9.3.2.2.1. Morfologie externă 243
9.3.2.2.2. Organizare internă şi funcții 243
9.4. Filogenie 246
9.5. Rezumat 248
9.6. Răspunsuri la testele de autoevaluare 249
9.7. Instrucțiuni generale de evaluare 250
9.8. Lucrare de verificare 9 250
9.9. Cuvinte cheie 252
9.10. Bibliografie 252

Obiective



Obiective generale:

- **Explicarea importanței apariției metameriei în evoluția metazoarelor**

Obiective specifice:

La sfârşitul unității de învățare cursanții:

1. Compară planul de organizare al celomatelor nesegmentate cu cel al celomatelor segmentate.

2. Compară organizarea corpului la polichete, oligochete şi hirudinee.

3. Precizează adaptările hirudineelor la regimul alimentar hematofag.

4. Folosesc criteriile morfologice în clasificarea anelidelor.

5. Recunosc specii de anelide pe teren.

9.1.Caractere generale

Acest filum diversificat a apărut încă din Precambrian, acum 600 milioane de ani şi inventariază aproximativ 15 000 de specii, dintre care 2/3 sunt răspândite în mediul marin.

Anelidele sunt **protostomieni** (orificiul bucal se diferențiază din blastoporul gastrulei) cu segmentare spirală, dezvoltare în mozaic, larvă trocoforă şi celom format prin schizocelie, încadrați în Supraphylumul Lophotrochozoa.

Corpul anelidelor lung şi cilindric, prezintă simetrie bilaterală şi pentru prima oară în evoluție, este **metamerizat,** format dintr-o serie de segmente inelare, dispuse în serii lineare şi marcate la exterior de şanțuri circulare denumite **annuli**.

Segmentele (metamere sau somite) sunt delimitate de pereți conjunctivi denumiți **septe**. Metameria mai apare la artropode şi vertebrate. Fiecare segment conține, structuri excretoare, nervoase şi circulatorii.

Metameria s-a dezvoltat probabil concomitent cu circulația sângelui în apendicii segmentari ai viermilor marini.

Principalele avantaje care decurg din aranjamentul metameric al celomului şi al muşchilor peretelui corpului sunt:

- **dezvoltarea unui suport flexibil,**
- **creşterea complexității structurale şi funcționale**
- **mişcarea independentă a segmentelor corpului**
- **creşterea eficienței locomoției**

În cursul dezvoltării embrionare, cavitatea corpului anelidelor se diferențiază prin fragmentarea masei solide a mezodermului, care ocupă regiunea dintre ectoderm şi endoderm, de o parte şi de alta a tractului digestiv embrionar. Peritoneul căptuşeşte peretele fiecărui compartiment al corpului, formează mezenterele dorsal şi ventral şi acoperă toate organele.

Peritoneul din segmente adiacente formează septele, care sunt perforate de intestin şi vasele de sânge longitudinale.

Nu doar celomul este aranjat metameric, ci fiecare sistem de organe este afectat într-un fel de aranjamentul segmentar (Figura. 9.1.).

Muşchii se dezvoltă din straturile mezodermice asociate fiecărui segment. Între septele care separă segmentele corpului există, sub epidermă, un strat de fibre musculare circulare şi subiacent, fibre musculare longitudinale. Suplimentar, polichetele prezintă muşchi oblici, iar hirudineele prezintă muşchi dorso-ventrali.

- Datorită aranjamentului segmentar al spațiilor celomice şi al creării compartimentelor hidrostatice, fiecare segment poate fi controlat independent de segmentele distale şi muşchii pot acționa ca perechi antagoniste în fiecare segment. Forța de contracție locală nu va mai fi transferată în tot lungul corpului, lărgirea sau alungirea segmentelor, putând să aibă loc în zone restrânse.

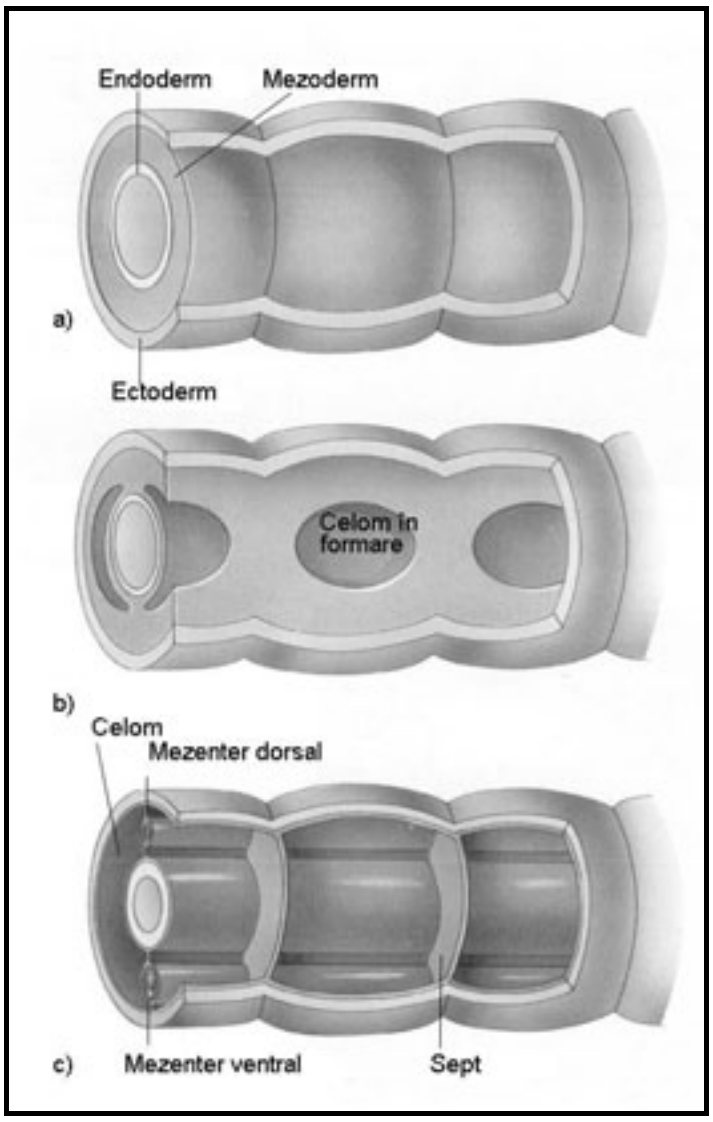


Figura 9.1. Dezvoltarea spațiilor celomice la anelide (după Miller-Harley, 2005)

- Volumul constant al lichidului celomic constituie un **schelet hidrostatic** care operează antagonist musculaturii. Modificări localizate ale formei unui grup de segmente constituie baza înotului şi săpatului la aceste animale.

- Necesitatea unui control mai fin al mişcărilor a determinat **perfecționarea sistemului nervos**.

- Prin repetarea unor structuri anatomice în fiecare segment al corpului, s-a creat premisa apariției **redundanței**, considerată a fi o condiție a creşterii siguranței şi a diminuării impactului factorilor traumatici, deoarece lezarea unui segment nu va afecta funcția celorlalte segmente şi nu va fi fatală organismului.

- Un alt avantaj al apariției metameriei l-a reprezentat modificarea anumitor regiuni ale corpului pentru funcții specializate precum hrănirea, locomoția, reproducerea. Specializarea regiunilor corpului la un animal metameric se numeşte **tagmatizare** (Gr. *tagma*, aranjament).

9.2. Morfologie

Corpul anelidelor este diferențiat într-o regiune anterioară denumită **prostomiu,** partea segmentată, **soma metamerizată**, şi regiunea posterioară în care se deschide anusul, denumită **pigidiu.**

Prostomiul şi pigidiul nu sunt considerate metamere, deseori segmentele anterioare fuzionând cu prostomiul pentru a forma capul. Comparativ cu alte nevertebrate, regiunea capului este specializată, prezentând organe diferențiate: tentacule, palpi, oceli.

Segmentele corpului unor specii de anelide prezintă apendice laterale, **parapode**, cu rol respirator sau locomotor.

Peretele corpului este protejat de o cuticulă puternică, nechitinoasă.

Anumite specii prezintă **cheți** epidermici care ancorează somitele în cursul locomoției.

Sistemul digestiv

Sistemul digestiv are o structură completă.

Sistemul circulator

Sistemul circulator este de tip închis, alcătuit din vase de sânge care conțin fibre musculare dezvoltate şi din arcuri aortice, care propulsează sângele. Plasma sanguină conține amibocite. Frecvent apar pigmenți respiratori: **hemoglobină**, **hemeritrină**, **clorocruorină**.

Schimburile de gaze se realizează prin tegument, branhii, şi parapode.

Sistemul nervos

Sistemul nervos este alcătuit din **ganglioni supraesofagieni** şi două **cordoane nervoase ventrale** cu fibre uriaşe, care sunt orientate în lungul corpului şi **ganglioni** cu ramuri laterale.

Sistemul senzorial este reprezentat prin organe tactile, muguri gustativi, statocişti, celule fotoreceptoare şi ochi.

Sistem excretor

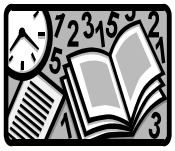
Excreția se realizează în general cu ajutorul **metanefridiei** care îndepărtează deşeurile metabolice din sânge şi celom.

Sunt animalele cele mai evoluate, capabile de regenerare completă.

Polichetele sunt în general forme marine bentonice dar şi pelagice.

Oligochetele sunt răspândite în apele dulci sau în mediul terestru.

Numeroase specii de hirudinee sunt prădătoare, hrănindu-se cu sânge sau țesuturi moi, puține sunt răspândite în mediul marin.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 249.

TESTE DE AUTOEVALUARE

1. Ce sunt protostomienii?

2. Definiți metameria.

3. Precizați şapte avantaje ale apariției metameriei.

4. Completați spațiul liber cu termenul corect. Specializarea regnurilor corpului unui animal metameric se numeşte_____.

5. Alegeți varianta corectă. Metanefridia îndepărtează deşeurile metabolice din:

a) Celom;b) parenchim; c) intestin; d) celom şi sânge

9.3. Clasificare

9.3.1. Clasa Polychaeta

(Gr. *polys,* multe + *chaite*, păr)

Este cea mai numeroasă clasă de anelide, aproximativ 10000 de specii, în general marine.

Dimensiunile medii ale corpului oscilează între 5-10 cm lungime, extremele sunt însă cuprinse între 1 mm-3m.

S-au adaptat la cele mai variate habitate. Majoritatea sunt bentonice, trăiesc pe fundul mării, sub pietre sau cochilii, în crevasele recifilor de corali, altele sunt săpătoare şi se deplasează prin substrat cu ajutorul contracțiilor peristaltice ale peretelui corpului sau construiesc tuburi din materiale organice proprii, alteori cimentate cu granule de nisip. Tuburile căptuşite cu mucus servesc ca locuri protectoare de retragere şi ca stații de hrănire. Puține specii sunt planctonice. Numeroase specii sunt **eurihaline,** tolerând variațiile de salinitate.

Fauna dulcicolă de polichete este mai diversificată în regiunile calde decât în cele temperate.

Polichetele joacă un rol important în lanțurile trofice marine pentru că sunt consumate de peşti, crustacei, hidrozoare.

9.3.1.1. Morfologie externă

În afara metameriei, un alt caracter distinctiv al acestor anelide îl reprezintă prezența expansiunilor laterale, denumire **parapode** (Gr. *para*, lângă + *podion*, picior mic).

Parapodele sunt susținute de tije chitinoase lungi, denumite **aciculi**. Din parapode se proiectează numeroşi cheți secretați de invaginările capetelor distale ale parapodelor.

Parapodele sunt diferențiate de obicei în doi lobi, **notopod**, situat dorsal, **neuropod**, plasat ventral, divizați în **lobuli**.

Dorsal şi ventral, la baza parapodelor, apar expansiuni tentaculifere denumite **cirri**.

Cu ajutorul parapodelor unele specii **săpă** substratul, rămân imobilizate în tuburile proprii, **respiră**, **excretă** sau **procură hrana.** (Figura 9.2).

Corpul este diferențiat în trei regiuni: **prostomiu**, **soma metamerizată**, (ansamblul segmentelor), **pigidiu** (Figura . 9.3.)**.**

Prostomiul este un lob, uneori retractil, care se proiectează dorsal şi anterior gurii, prevăzut cu numeroase structuri senzoriale; ochi, antene, palpi, gropițe sau şanțuri ciliare, denumite **organe nucale.**

Primul segment al corpului este **peristomiul**. Acesta înconjoară gura şi poartă cheți, palpi, tentacule senzoriale, ciri sau, la formele prădătoare, fălci chitinoase (Figura .9.4.).

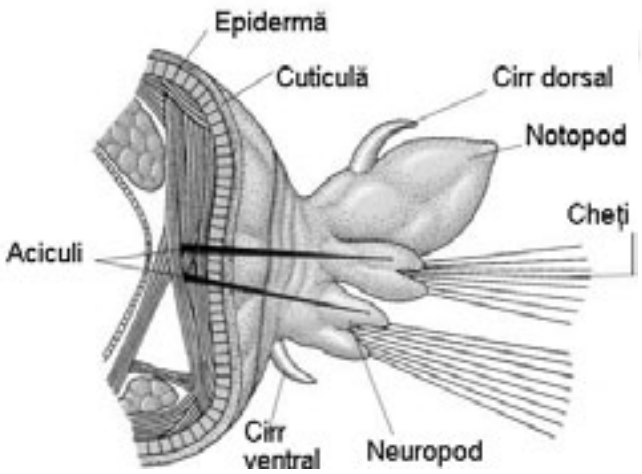


Figura. 9.2. Structura parapodelor (după Hickman şi colab., 1997)

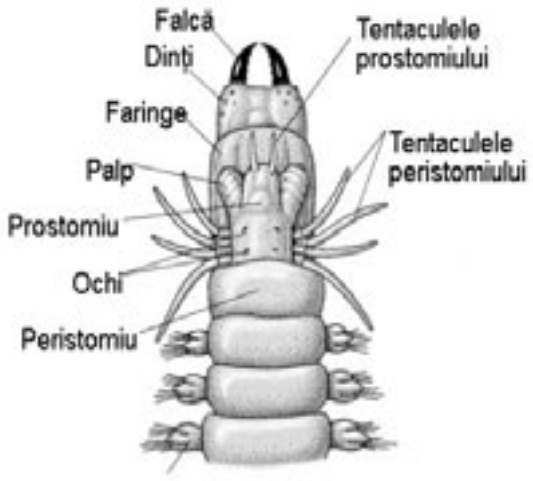


Figura 9.4. Prostomiu la *Nereis diversicolor* (după Hickman şi colab., 1997).

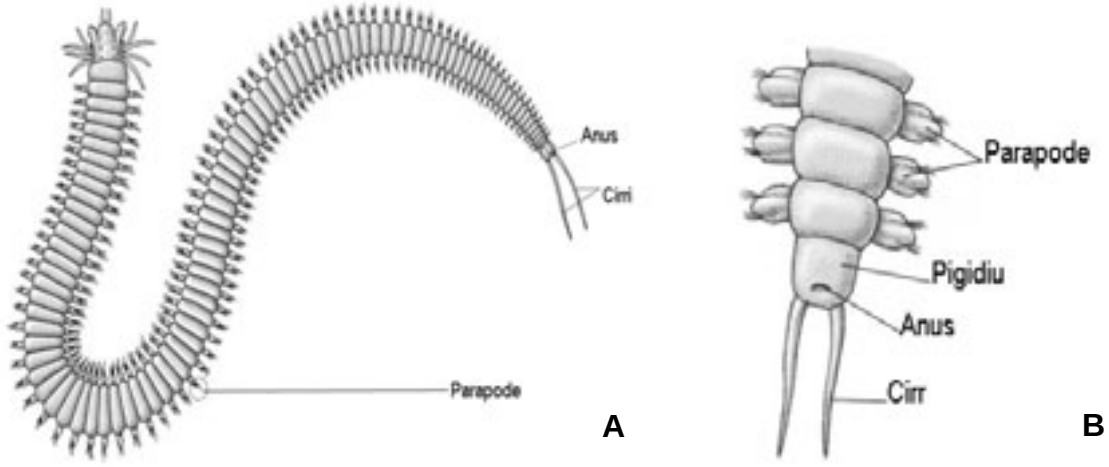


Figura 9.3. *Nereis diversicolor* Morfologie externă (A); Pigidiu (B)(după Hickman, 2004)

Epiderma polichetelor este alcătuită dintr-un strat de celule cilindrice care secretă cuticula. La unele specii au fost descrise şi glande epidermice care secretă compuşi luminescenți.

9.3.1.2. Organizare internă şi funcții

Diferitele specii de polichete sunt capabile să se deplaseze prin târâre şi înot. Pentru aceasta muşchii longitudinali de pe o parte a corpului acționează antagonic cu muşchii longitudinali de pe partea opusă, aşa încât valurile ondulatorii se deplasează de-a lungul corpului din partea posterioară către cea anterioară. Forța de propulsie este rezultatul acțiunii parapodelor şi a cheților împotriva substratului sau apei. Când se contractă muşchii longitudinali de pe o parte a unui segment, se contractă şi muşchii parapodiali de pe aceeaşi parte, întărind parapodul şi prelungind cheții.

Locomoția

Pe măsură ce viermele realizează trecerea de la o deplasare lentă la una rapidă, creşte perioada şi amplitudinea valurilor ondulatorii.

Speciile săpătoare îşi croiesc drum prin nisip sau mâl prin contracțiile peretelui corpului sau prin consumul substratului. Acestea din urmă digeră materialul organic din substrat şi elimină materiale absorbite şi nedigerate prin anus.

Sistemul digestiv

Tractul digestiv al polichetelor este un tub drept, alcătuit din faringe, **guşă**, un sac de acumulare, un stomac triturator, un intestin drept şi lung, pe care septele şi mezenterele îl țin suspendat în cavitatea corpului. Tractul digestiv este diferențiat în trei regiuni: anterioară, medie şi posterioară.

Din regiunea anterioară a tubului digestiv fac parte stomodeumul, faringele şi esofagul anterior. Această regiune este căptuşită cu o cuticulă.

Atunci când sunt prezente, fălcile sunt formate din proteine cuticulare.

Faringele se poate devagina, formând **proboscisul**, acționat de muşchi care operează antagonic. Muşchii protractori şi presiunea lichidului celomic îl devaginează prin gură, muşchii retractori îl readuc înapoi în peristomiu. Când proboscisul este devaginat, fălcile, care sfâşie prada, se desfac. Unele polichete au glande veninoase la baza fălcilor. Alte specii de polichete sunt ierbivore sau saprofite, folosind fălcile pentru sfărâmarea hranei. Consumatorii de depozit, (exemplu *Arenicola*), extrag şi ingeră material organic din sedimentele marine.

Regiunea medie a tubului digestiv are origine endodermică, în timp ce regiunea posterioară provine din ectoderm şi pune în legătură intestinul mediu cu mediul extern prin anus, care se deschide pe pigidiu.

Dacă regiunea anterioară a tubului digestiv secretă enzime, zona posterioară s-a specializat pentru absorbție.

Materialul organic este digerat extracelular, în timp ce particulele anorganice trec prin intestin şi apoi sunt eliminate.

Polichetele sedentare şi cele care trăiesc în tuburi, se hrănesc de obicei prin filtrare, fiind lipsite de proboscis. Acestea au structuri specializate pentru hrănire, denumite **radiole,** care formează un evantai în formă de pâlnie. Cilii de pe radiole antrenează apa prin evantai, capturând particule alimentare. Acestea sunt antrenate prin

şanțul alimentar din axa radiolei. În timpul transportului mecanismul de sortare respinge particulele mari şi transportă particulele fine spre gură (Figura 9.5.).

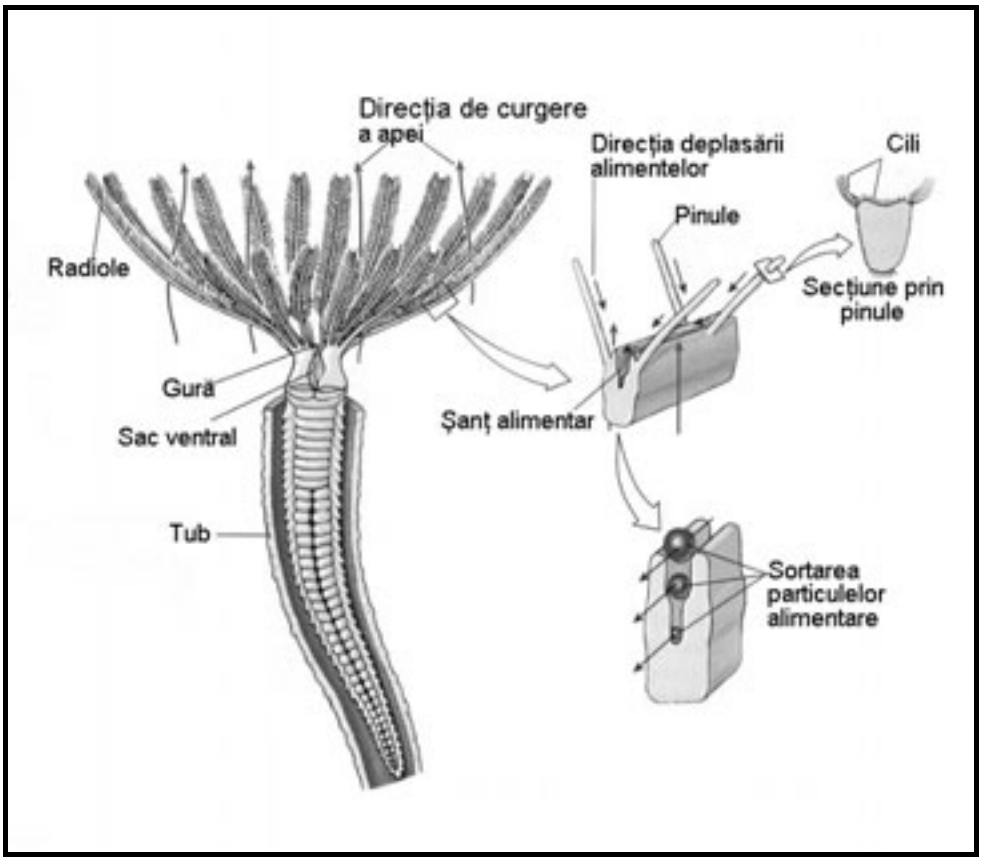


Figura. 9.5. Consumatori ciliari *Sabella* sp.
(după Hickman şi colab., 2004)

Un alt reprezentant care se hrăneşte prin filtrare, *Chaetopterus* trăieşte în tuburi în formă de "U" şi secretă un sac mucos (cu ajutorul notopodului segmentului 12), folosit pentru colectarea particulelor alimentare de aproximativ 1μm. Parapodele segmentelor 14 şi 16 sunt modificate în evantaie care creează curenți de filtrare. Odată umplut sacul mucos este ingerat.

Eliminarea produşilor nedigerați poate fi o problemă pentru polichetele care trăiesc în tuburi. Cele care trăiesc în tuburi deschise la ambele capete au deşeuri antrenate de apa care circulă prin tub. Cele care trăiesc în tuburi deschise la un singur capăt trebuie să se răsucească în tub pentru a elimina resturile nedigerate sau trebuie să folosească tractusurile ciliare din lungul peretelui corpului pentru a le transporta spre deschiderea tubului (Figura 9. 6.).

Polichetele care trăiesc pe substraturi bogate în materie organică dizolvată, absorb prin peretele corpului 20-40% din necesarul de energie, sub formă de zaharuri şi alți compuşi organici. Acest mod de hrănire este adoptat şi de alte filumuri dar nu acoperă mai mult de 1% din necesarul energetic.

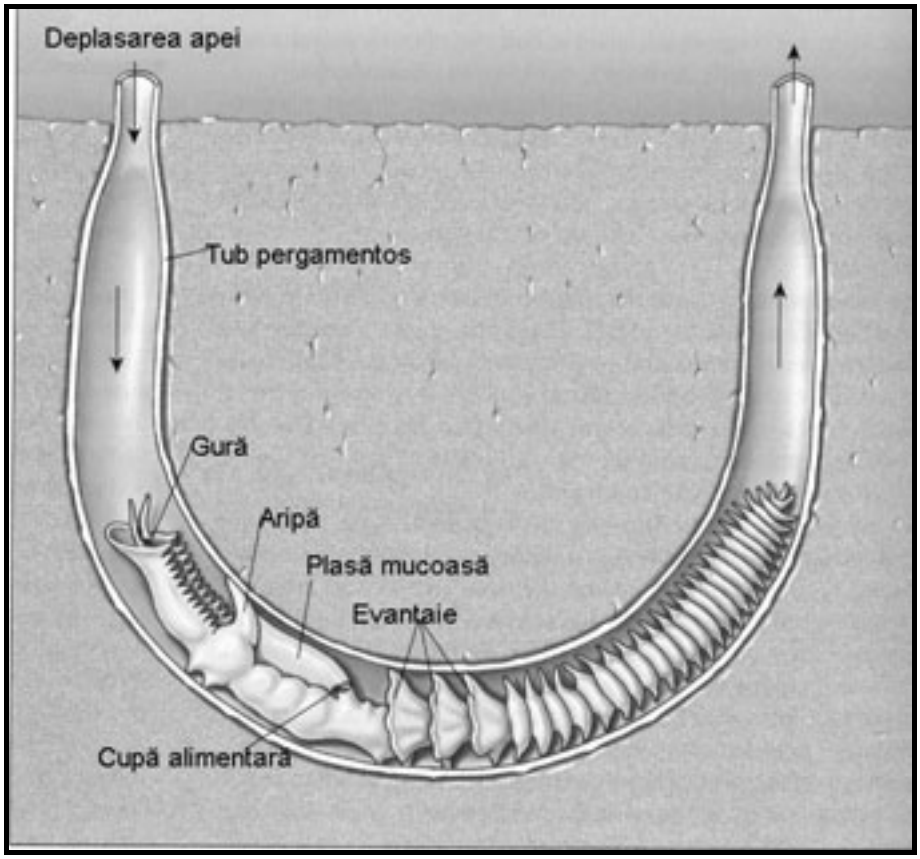


Figura 9.6. *Chaetopterus*, polichet sedentar bentonic care trăieşte în tuburi (după Hickman şi colab., 2004)

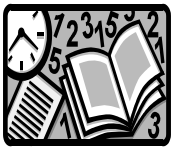
Sistem circulator

Gazele respiratorii de obicei difuzează prin peretele corpului, parapodele sporind suprafața de schimb. Numeroase specii sunt prevăzute cu branhii parapodiale, care realizează o creştere suplimentară a suprafeței de schimb gazos.

Sistemul circulator este închis. Oxigenul este de obicei transportat sub formă de compuşi cu pigmenții respiratori (hemoglobină, clorocruorină, hemeritrină), dizolvați în plasmă şi mai rar stocați în celule sanguine.

Sângele poate fi incolor, verde sau roşu, în funcție de pigmentul respirator.

Elementele contractile ale sistemului circulator sunt reprezentate de aorta dorsală, situată deasupra tubului digestiv, care propulsează sângele în sens postero-anterior şi o aortă ventrală care este situată ventral față de tubul digestiv şi propulsează sângele în sens antero-posterior. Între aceste două vase există 2-3 seturi de vase segmentare care primesc sânge de la aorta ventrală, se ramifică în capilare la nivelul intestinului şi peretelui corpului. Capilarele confluează în vase segmentare care conduc sângele în aorta dorsală.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 249.

TESTE DE AUTOEVALUARE

6. Care este cea mai numeroasă clasă de anelide şi de ce? Argumentează.

7. Precizați patru funcții ale parapodelor.

8. Ce deosebire există între prostomiu şi peristomiu?

9. Precizați originea embrionară a regiunilor tubului digestiv al polichetelor.

10. Completați cu termenii corecți spațiile libere din text. Sângele circulă prin aorta dorsală în sens_____ şi prin aorta ventrală în sens_____.

Sistemul nervos şi organele de simț

Sistemul nervos include o pereche de ganglioni suprafaringieni care vin în legătură cu o pereche de ganglioni subfaringieni, prin conective circumfaringiene, orientate dorso-ventral, de-a lungul părților laterale ale faringelui.

Pe partea medio-ventrală a corpului există un cordon nervos dublu, fiecare segment al corpului fiind prevăzut cu o pereche de ganglioni.

Cordonul nervos ventral dublu şi ganglionii segmentari pereche pot fuziona în diferite grade, la diferitele grupuri taxonomice. Din fiecare ganglion segmentar pornesc nervi laterali spre musculatura peretelui corpului şi spre alte structuri ale acelui segment. În afara fibrelor nervoase subțiri care coordonează locomoția, cordonul nervos ventral conține fibre cu diametru mare, care intervin în reacțiile de apărare.

Ganglionii segmentari coordonează mişcările de înot ale segmentelor izolate. Fiecare acționează separat, dar este strâns coordonat cu segmentele învecinate.

Ganglionii subfaringieni mediază funcțiile locomotoare care impun coordonarea segmentelor distale.

Ganglionii suprafaringieni controlează funcțiile motorii şi senzoriale implicate în hrănire şi funcțiile senzoriale asociate cu locomoția.

Polichetele au diferite organe senzoriale:

- **două patru perechi de ochi** pe suprafața prostomiului. Ei variază ca grad de complexitate de la simple cupe retiniene, cu celule fotoreceptoare, în formă de baston, care căptuşesc peretele cupei, orientate spre lumenul acesteia, la structuri complexe, alcătuite din cornee, lentile, corp vitros, retină, pigment retinian. Cel mai înalt grad de dezvoltate a ochiului este atins la Familia Alciopidae, cu specii ai căror ochi sunt asemănători, ca structură, cu cei ai cefalopodelor. Ochii Alciopidelor au retine accesorii, un caracter întâlnit la peştii abisali şi la cefalopode.

În funcție de lungimea de undă, lumina penetrează apa la diferite adâncimi şi excită retinele accesorii sensibile la o lungime de undă specifică. Majoritatea polichetelor reacționează negativ la intensități crescute ale luminii. Viermii evantai reacționează negativ la scăderea intensității luminoase. Acest tip de răspuns ajută la protecția viermilor împotriva prădătorilor.

- **Organele nucale** sunt perechi de gropițe senzoriale ciliate sau fante în regiunea capului. Celulele nervoase din ganglionii suprafaringieni inervează organele nucale considerate chemoreceptori importanți în detectarea hranei.

- **Statocişti**i sunt situați în regiunea capului polichetelor săpătoare sau a celor care secretă tuburi, având un rol important în orientarea corpului.

Peretele corpului este acoperit de tuberculi ciliați, creste şi benzi care conțin receptori pentru simțul tactil.

Sistemul excretor

Anelidele excretă amoniac, deoarece difuzează rapid în apă, cea mai mare parte a excreției azotului desfăşurându-se prin peretele corpului.

Organele de excreție sunt mai active în reglarea balanței apei şi ionilor, cu toate că aceste capacități sunt limitate. Majoritatea polichetelor marine, plasate în apă marină diluată, nu supraviețuiesc influxului osmotic de apă şi pierderii de ioni care rezultă. De aceea evoluția capacității de osmoreglare a permis doar câtorva specii să invadeze apele dulci.

Anelidele au două tipuri de nefridii:

-o **protonefridie** cu un bulb închis la un capăt şi o legătură cu exteriorul la celălalt capăt. La nivelul părții bulbare există o tufă de flageli care antrenează fluidele în tub. Unele polichete primitive prezintă protonefridii pereche, distribuite segmentar. Extremitatea lor bulbară se proiectează prin septul anterior, în segmentul adiacent, iar extremitatea opusă se deschide printr-un nefridiopor la nivelul peretelui corpului.

Majoritatea polichetelor prezintă **metanefridii**, formate dintr-o pâlnie ciliată, denumită **nefrostom**, care se proiectează prin septul anterior în segmentul celomului adiacent. La capătul opus, tubul se deschide la exterior prin **nefridiopor**, situat la nivelul peretelui corpului sau ocazional în intestin (Figura 9.7.). Fiecare segment este prevăzut cu o pereche de metanefridii. Tuburile puternic spiralate pot avea o porțiune dilatată într-o vezică urinară. Tubul metanefridiei se asociază cu un pat de capilare pentru transportul activ al ionilor între sânge şi nefridie.

La unele specii de polichete există **țesut cloragogen,** asociat cu tubul digestiv, în care au loc transformări metabolice ale aminoacizilor.

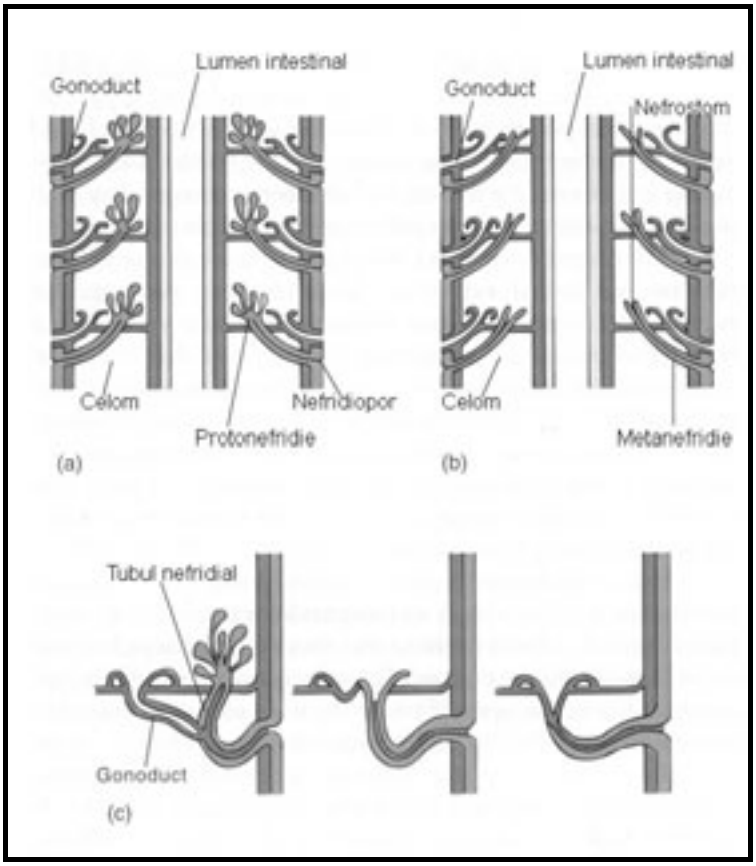


Figura 9.7. Sistemul excretor la polichete reprezentat prin protonefridii şi metanefridii.

Regenerare, reproducere şi dezvoltare

Toate polichetele au o mare putere de regenerare. Ele sunt capabile să înlocuiască părțile pierdute ale corpului. Alte specii au puncte de rupere, care permit animalului să se dezintegreze atunci când este capturat de un prădător, segmentele pierdute fiind ulterior regenerate.

Unele polichete se reproduc asexuat, prin **înmugurire** sau **diviziune transversală**.

Mult mai comună este reproducerea sexuată. Polichetele nu au organe sexuale permanente.

Majoritatea speciilor au sexe separate. Există însă şi forme hermafrodite. Gonadele se dezvoltă ca mase temporare ale peritoneului, proiectate din peritoneul celomic, care conțin gameți. La formele primitive, fiecare segment al corpului este prevăzut cu gonade. Majoritatea speciilor au gonadele limitate la anumite segmente. Gameții sunt răspândiți în celom unde are loc şi maturarea. Ulterior părăsesc corpul parental prin metanefridie, pătrunzând prin nefrostom şi ieşind prin nefridiopor sau pot fi eliberați prin ruperea peretelui corpului, situație în care adultul moare. Doar câteva specii primitive de polichete au gonoducte separate.

În general fecundația se desfăşoară în mediul extern cu toate că la câteva specii există copulație.

La *Platynereis megalops* masculii şi femelele nu se mai hrănesc spre sfârşitul vieții lor şi tubul digestiv degenerează. Gameții ambelor sexe se acumulează în cavitatea corpului. Prin introducerea regiunii posterioare a corpului masculului în cavitatea bucală a femelei, lichidul spermatic din celomul masculului este transferat în celomul plin cu

ovocite al femelei. În acest mod se asigură fecundația majorității ovocitelor, urmată de eliminarea ouălor prin anus. Ambii parteneri mor după copulație.

Unele polichete trăiesc aproape tot anul ca animale imature din punct de vedere sexual, fiind denumite **atoce**. În timpul reproducerii, corpul se diferențiază în două regiuni: segmentele anterioare desfăşoară funcțiile normale, segmentele posterioare (forma **epitocă**) devin mature sexual se lărgesc şi se încarcă cu gameți. Regiunea epitocă are parapode modificate pentru a înota mai eficient, se detaşează de restul corpului şi înoată la suprafața apei (Figura 9.8.).

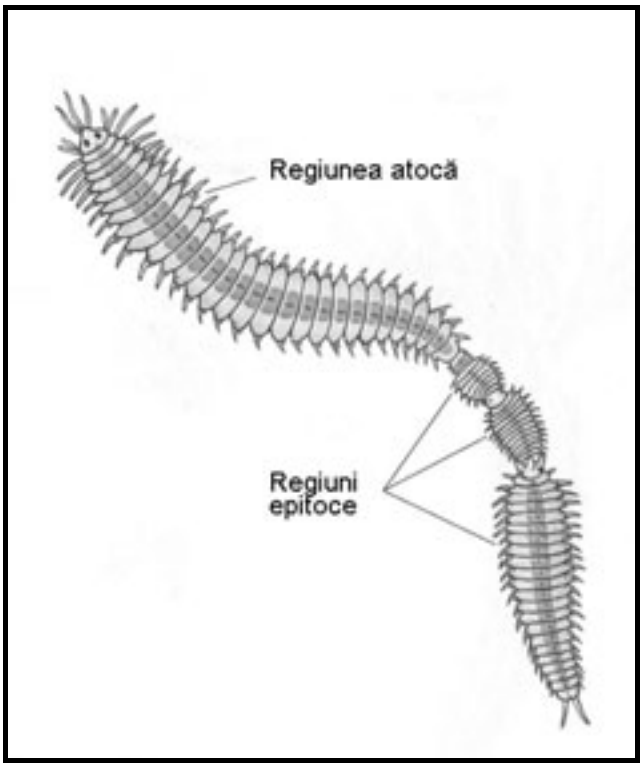


Figura 9.8. Corpul speciei *Autolytus prolifer* se diferențiază în două regiuni în perioada de reproducere

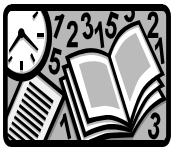
Când răsare soarele, corpul se rupe, eliberând produşii sexuali. Ulterior partea anterioară a corpului regenerează segmentele pierdute.

Roirea multor specii de polichete apare ca rezultat al modificării intensității luminii şi depinde de perioadele lunare. În primul şi al treilea pătrar al ciclului lunar din iulie, are loc anual roirea la specia *Palola viridis.* Această particularitate a reproducerii prezintă următoarele avantaje:

- Indivizii nereproductivi rămân în zonele profunde ale mării şi prădătorii nu pot devasta întreaga populație.
- Roirea asigură apariția unui număr mare de indivizi la locul şi momentul potrivit
- Indivizii devin simultan activi din punct de vedere reproductiv şi în strânsă vecinătate unul cu altul.
- Se asigură un număr mare de ouă fecundate.
- Roirea unui număr mare de indivizi pentru perioade scurte, este un festin pentru prădători. Întrucât prada este disponibilă doar pe perioade scurte, populațiile de prădători nu pot creşte peste limitele dietei lor normale.

În mod frecvent segmentarea spirală conduce la apariția larvei trocofore planctonice, care uneori aderă la substrat. Pe măsură ce se desfăşoară procesul de creştere, segmente mai noi se adaugă în partea posterioară. În felul acesta capătul anterior al unui polichet este şi cel mai vechi.

Există şi specii cu dezvoltare directă, lipsite de larva trocoforă, sau care se dezvoltă prin metamorfoză dintr-un stadiu larvar.
Exemple: *Nereis, Arenicola, Sabella, Amphitrite.*



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 249.

TESTE DE AUTOEVALUARE
11.Ce structuri asigură excreția şi osmoreglarea?
12. Completați spațiile libere din text cu termenii adecvați. Majoritatea polichetelor realizează excreția prin_____. Acestea sunt alcătuite din_____ care se proiectează prin septul anterior în segmentul celomic adiacent. La capătul opus tubul se deschide la exterior prin _____ sau în intestin.
13. Ce sunt organele nucale? Precizați funcția îndeplinită.
14. Comparați regiunile atocă şi epitocă ale corpului polichetelor.

9.3.2. Clasa Clitellata

Clasa Clitellata cuprinde anelide lipsite de parapode, cu câțiva cheți sau lipsite de cheți, hermafrodite, cu dezvoltare directă.

Clitellumul este o şa glandulară cu rol în formarea coconului.

9.3.2.1. Subclasa Oligochaeta

Subclasa Oligochaeta (Gr.*oligos*, puțini + *chaiti,* păr) cuprinde peste 3 000 de specii care au segmentele prevăzute cu puțini cheți (lungi, scurți, drepți sau curbați, bonți sau ascuțiți, izolați sau grupați), lipsite de cap distinct, răspândite în mediul terestru şi dulcicol. Puține trăiesc în estuare şi în mediul marin. Speciile acvatice sunt răspândite în apele de suprafață unde sapă în mâl. Speciile terestre trăiesc în soluri cu un conținut organic ridicat şi rareori îşi părăsesc galeriile. Se retrag la adâncimi mai mari de 3 m datorită căldurii şi uscăciunii

În medie, măsoară 12-30 cm lungime, dar speciile tropicale ating şi 4m.

9.3.2.1.1. Morfologie externă

Oligochetele sunt lipsite de parapode, au însă cheți scurți înfipți direct în tegument. La râme există patru perechi de cheți (două latero-dorsale şi două latero-ventrale) situați în saci ai peretelui corpului, acționați de muşchi fini (Figura 9.9.). Numărul lor poate să depăşească 100/segment.

Prostomiul este un lob slab dezvoltat, situat anterior gurii, lipsit de apendici senzoriali.

Anumite segmente ale jumătății anterioare a corpului sunt mai

umflate, într-o structură care seamănă cu o centură, denumită, **clitellum,** care secretă mucus în timpul copulației şi formează **coconul**.

Corpul este acoperit de o cuticulă secretată de epidermă.

9.3.2.1.2. Organizare internă şi funcții

Locomoția

Locomoția se realizează prin acțiunea antagonistă a muşchilor circulari şi longitudinali la nivelul grupurilor de segmente. Undele de contracție, controlate de sistemul nervos, se propagă postero-anterior. Când se contractă muşchii longitudinali, diametrul segmentelor creşte şi chetii proemină în exterior, asigurând contactul cu peretele galeriei. Anterior fiecărei regiuni în care se contractă muşchii longitudinali, sunt segmente în care are loc contracția muşchilor circulari, care provoacă retragerea chetilor, alungirea segmentelor şi propulsarea în sens anterior (Figura 9.9.)

Săpatul este consecința presiunii hidrostatice transmisă spre prostomiu. Pe măsură ce râma îşi croieşte drum prin sol, foloseşte segmentele posterioare lărgite şi chetii pentru a se ancora de peretele galeriei.

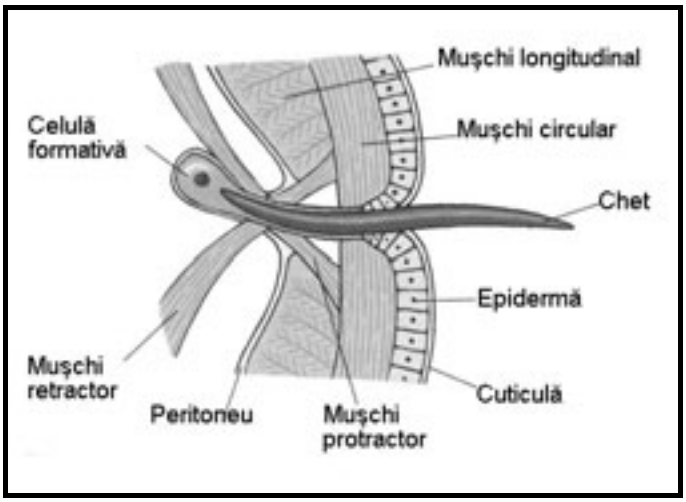


Figura 9.9. Secțiune transversală prin peretele corpului oligochetelor (după Hickman şi colab., 2004)

Sistemul digestiv

Tubul digestiv drept şi complet, începe cu orificiul bucal, situat pe peristomiu. Urmează faringele cu pereți extensibili, datorită fibrelor musculare inserate pe pereții corpului, care acționează ca o pompă pentru ingestia hranei.

Esofagul este un segment tubular, frecvent dilatat, din care se diferențiază guşa şi stomacul.

Guşa este o zonă de acumulare cu pereți subțiri, în timp ce stomacul este o zonă musculară, căptuşită cu o cuticulă, care triturează alimentele. La nivelul peretelui esofagian apar evaginări, **glandele calcifere,** care stochează excesul de calciu absorbit din hrană, elimină ionii de calciu în intestin, reducând astfel concentrația calciului din sânge. Glandele calcifere au o funcție iono-reglatoare şi mai puțin digestivă, reglează echilibrul acido-bazic al fluidelor corpului, menținând pH la valori stabile.

Intestinul, tub drept, constituie principalul segment la nivelul căruia se desfăşoară digestia şi absorbția. În regiunea medio-dorsală

prezintă un pliu al epiteliului, denumit **tiflosolis**, care sporeşte considerabil suprafața de digestie şi absorbție. (Figura 9.10.).

Oligochetele sunt specii consumatoare de material organic vegetal (detritus) în descompunere, pe care îl trag în galerii, în cursul nopții. Sunt capabile să ingere în 24 de ore o cantitate de sol echivalentă cu greutatea corpului lor. S-a estimat că anual, 18 t de sol trec prin intestinal râmelor de pe o suprafață de un acru. În acest mod solul este îmbogățit cu potasiu şi fosfor, aduse din straturile profunde, dar şi cu compuşi azotați, care provin din propriul metabolism.

Oligochetele aduc frunze şi substanțe organice în galerii, aproape de rădăcinile plantelor şi aerează solul.

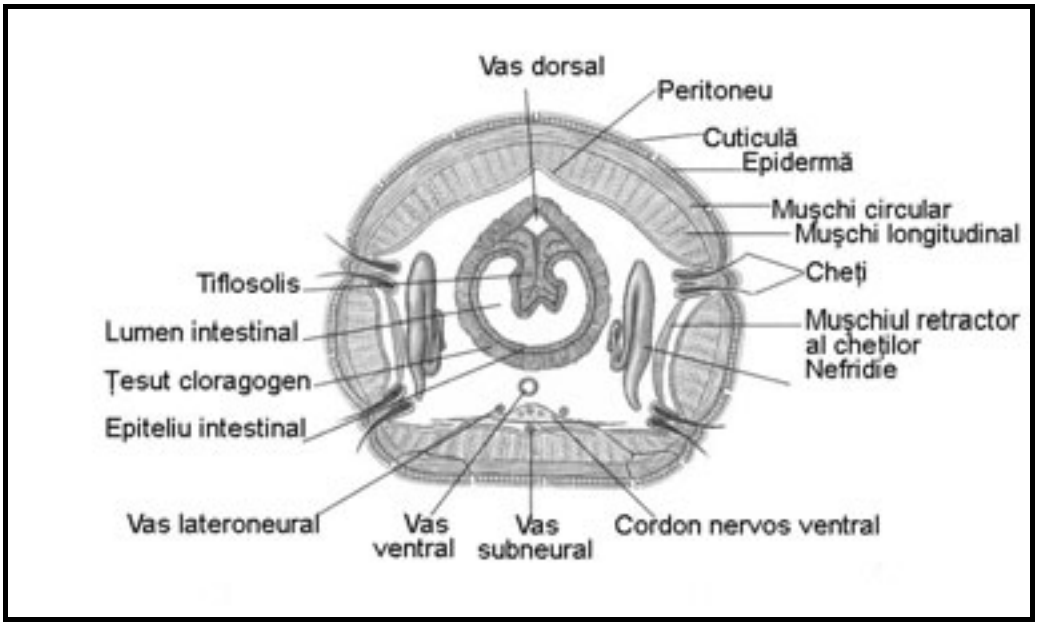


Figura 9.10. Secțiune transversală prin *Lumbricus terrestris* (râma)

În jurul intestinului, al vasului dorsal şi în tiflosolis se acumulează **țesut cloragogen**, derivat din peritoneu, care reprezintă un centru de sinteză al glicogenului şi grăsimilor (Figura 9.10.). Când sunt pline, celulele țesutului cloragogen (**eleocite**) ajung în celom şi transportă materiale spre țesuturile corpului. Ele se aglomerează în jurul leziunilor şi al zonelor în curs de regenerare, eliberând conținutul în celom. De asemenea celulele cloragogene au rol excretor.

Intestinul comunică cu mediul extern prin anus.

Sistemul circulator

Anelidele au un sistem dublu de transport: lichidul celomic şi sistemul circulator. Substanțele nutritive, deşeurile, gazele sunt transportate atât prin fluidul celomic cât şi prin sânge.

Sângele circulă printr-un **sistem închis de vase** care include şi sistemul de capilare de la nivelul țesuturilor.

Vasul de sânge dorsal, situat deasupra tubului digestiv, între faringe şi anus, pompează sângele cu ajutorul unor valve. El funcționează ca o adevărată inimă: primeşte sângele de la vasele peretelui corpului şi ale tractului digestiv şi îl pompează anterior, în 5 perechi de arcuri aortice, care mențin constantă presiunea sângelui din vasul ventral.

Vasul de sânge ventral primeşte sânge din arcurile aortice, pe care îl transportă spre creier şi restul organelor, aprovizionând vasele segmentare, nefridiile şi tractul digestiv.

Sângele conține celule amiboide incolore şi un pigment respirator dizolvat, **hemoglobina.**

Nu există organe respiratorii specializate, schimburile gazoase desfăşurându-se la nivelul tegumentului (Figura 9.11.).

Sistemul nervos

Sistemul nervos este alcătuit din sistemul nervos central şi nervii periferici.

Sistemul nervos central constă dintr-o pereche de **ganglioni cerebroizi**, plasați deasupra faringelui, o pereche de conective care înconjoară faringele şi un cordon nervos ventral dublu, dispus pe planşeul celomului, care conține câte o pereche de ganglioni nervoşi în fiecare segment (Figura 9.11-9.12.).

Din ganglionii nervoşi se desprind nervi spre structurile corpului, formați atât din fibre motoare cât şi senzitive.

În creierul şi ganglionii anelidelor au fost identificate **celule neurosecretoare.** Acestea au un rol endocrin, secretând neurohormoni implicați în reglarea reproducerii, în apariția caracterelor sexuale secundare şi regenerare.

Fibre nervoase gigantice, cu viteză mare de conducere a impulsului nervos, situate în cordonul nervos ventral, controlează răspunsul de apărare al animalului.

Oligochetele sunt lipsite de ochi dezvoltați, ceea ce nu este surprinzător pentru animale adaptate la viața subterană. Unele specii au ochi simpli, formați din cupe pigmentare şi toate au o sensibilitate a tegumentului pentru lumină, datorată celulelor fotoreceptoare răspândite în epiderma suprafețelor dorsală şi laterală. Aceşti fotoreceptori mediază **fototaxia negativă** la lumină puternică şi **fototaxia pozitivă** la lumină slabă.

De asemenea oligochetele sunt sensibile la stimuli mecanici şi chimici. Receptorii pentru aceşti stimuli sunt răspândiți pe toată suprafața corpului, în special în jurul prostomiului.

Chemoreceptorii se concentrează la nivelul prostomiului.

Pentru simțul tactil există numeroase terminații nervoase libere în tegument.

Sistemul excretor

Metanefridiile sunt structurile responsabile de efectuarea excreției, dar şi de reglarea nivelului apei şi ionilor în organism.

Osmoreglarea este o funcție îndeplinită şi de suprafața corpului, intestin, porii dorsali. Apa şi sărurile sunt transferate prin procese de transport activ la nivelul tegumentului.

Pâlnia metanefridiilor se deschide în segmental anterior celui în care se găsesc tubul excretor şi nefridioporul. Prin aceste structuri se elimină din organism amoniac şi uree.

Oligochetele elimină cantități importante de urină diluată, reținând ionii vitali, aspect esențial pentru organismele nevoite să supraviețuiască în medii în care apa este abundentă şi ionii esențiali sunt limitați.

Țesutul cloragogen dezaminează aminoacizii, transformă amoniacul în uree şi excesul de hidrați de carbon în glicogen şi lipide. Acest țesut produce deopotrivă amoniac şi uree, substanțe preluate direct de nefridie sau transportate prin sânge.

Anumiți compuşi azotați se elimină la suprafața corpului (Figura 9.13.).

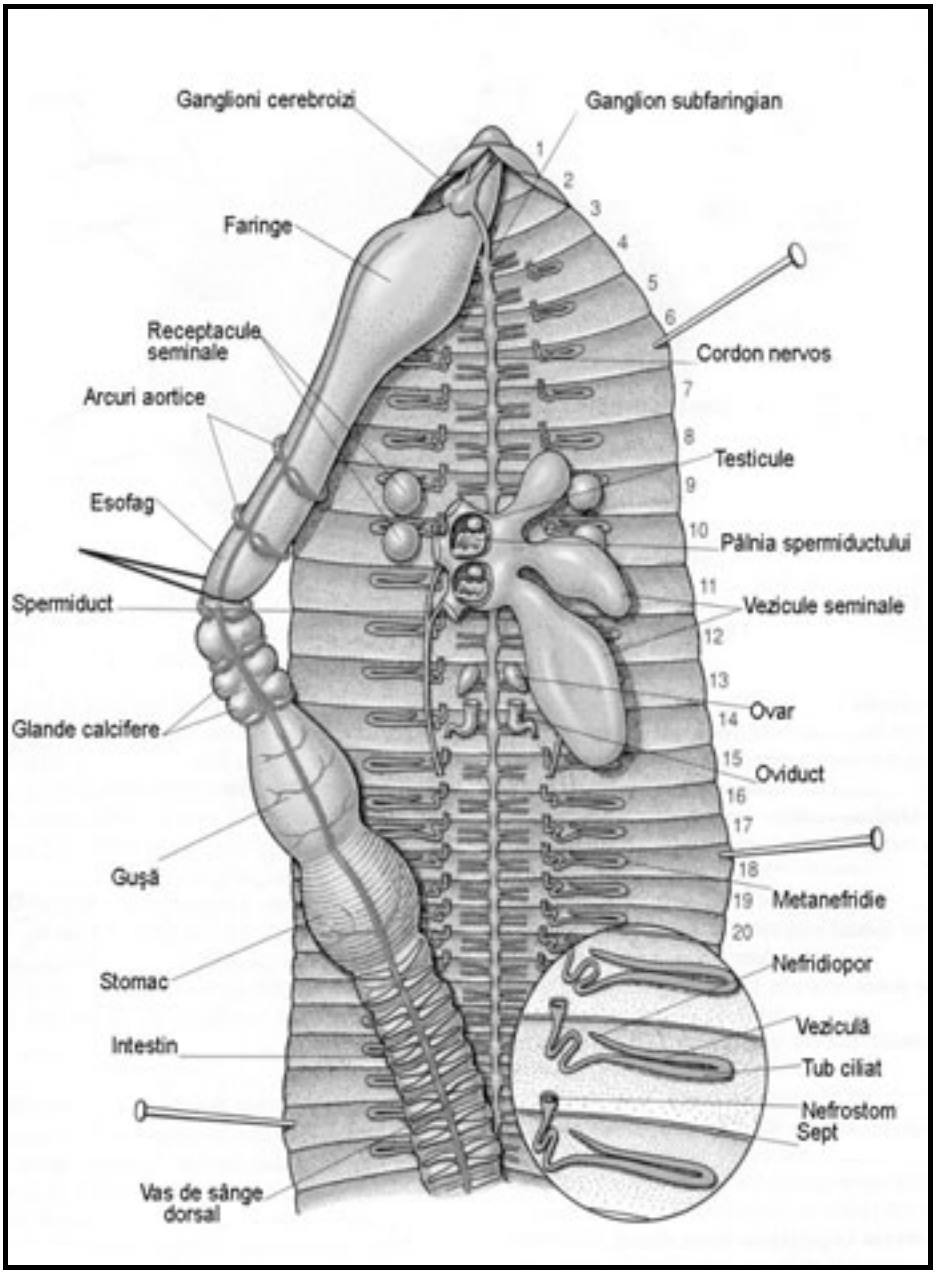


Figura 9.11. Organizarea internă la *Lumbricus terrestris* (după Hickman şi colab. 1997)

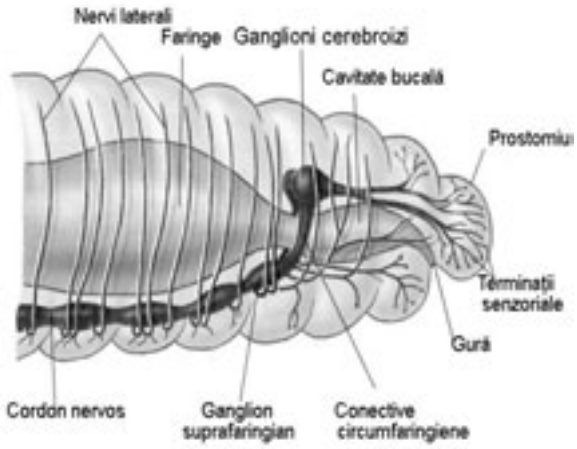


Figura 9.12.Structura sistemului nervos la oligochete (după Hickman şi colab., 2004)

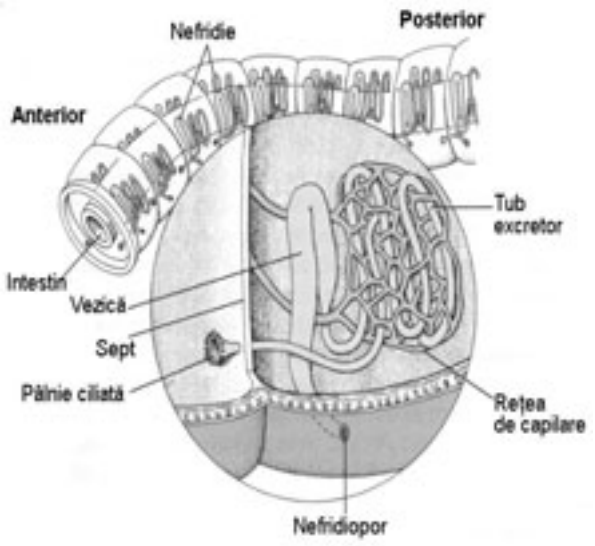


Figura 9.13. Structura metanefridiei la oligochete (după Hickman şi colab., 2004)

Reproducere şi dezvoltare

Toate oligochetele sunt hermafrodite şi realizează schimb de lichid spermatic în timpul copulației.

Există 1-2 perechi de testicule şi o pereche de ovare în septul anterior al unor segmente anterioare. Atât spermiductele cât şi oviductele prezintă pâlnii ciliate la capătul proximal pentru a capta gameții în tuburi.

Testiculele sunt strâns asociate cu trei perechi de vezicule seminale, care reprezintă situsuri de maturare şi acumulare ale spermatozoizilor înaintea eliberării lor.

Receptaculele seminale primesc spermatozoizii de la partener în cursul copulației.

Oviductele sunt asociate cu o pereche de saci în care are loc maturarea şi stocarea ovulelor înaintea eliminării lor.

În cursul copulației, doi indivizi stau cu corpul orientat în direcții opuse, alipiți prin părțile lor antero-ventrale. Clitelumul unuia se suprapune peste segmentele genitale ale celuilalt. Teaca mucoasă pe care o secretă clitellumul, acoperă jumătățile anterioare ale ambilor parteneri şi îi ține imobilizați. Lichidul spermatic va circula prin şanțurile spermatice externe, situate pe părțile latero-ventrale ale corpului datorită contracțiilor musculare. Acestea propulsează lichidul spermatic spre orificiile receptaculelor seminale La alte oligochete ductul spermatic şi receptacului seminal se suprapun şi transferul de lichid spermatic este direct.

Copulația durează două-trei ore, interval în care indivizii cedează şi primesc lichid spermatic. După copulație clitellumul formează, dintr-un material mucoid şi chitinos, un cocon, dar secretă şi albumen, rezervă nutritivă importantă.

Când coconul trece pe lângă orificiile oviductelor, preia ovulele, iar când trece pe lângă orificiile receptaculelor seminale preia spermatozoizii.

Fecundația are loc în cocon şi pe măsură ce viermele se retrage, capetele sunt etanşate şi coconul este depus pe sol umed (Figura 9.14.).

Segmentarea spirală este modificată şi nu se formează larve.

Ecloziunea se produce după una-mai multe săptămâni.

Oligochetele dulcicole se reproduc şi asexuat, prin diviziune transversă, urmată de regenerarea segmentelor care lipsesc.

Exemple: *Lumbricus, Tubifex.*

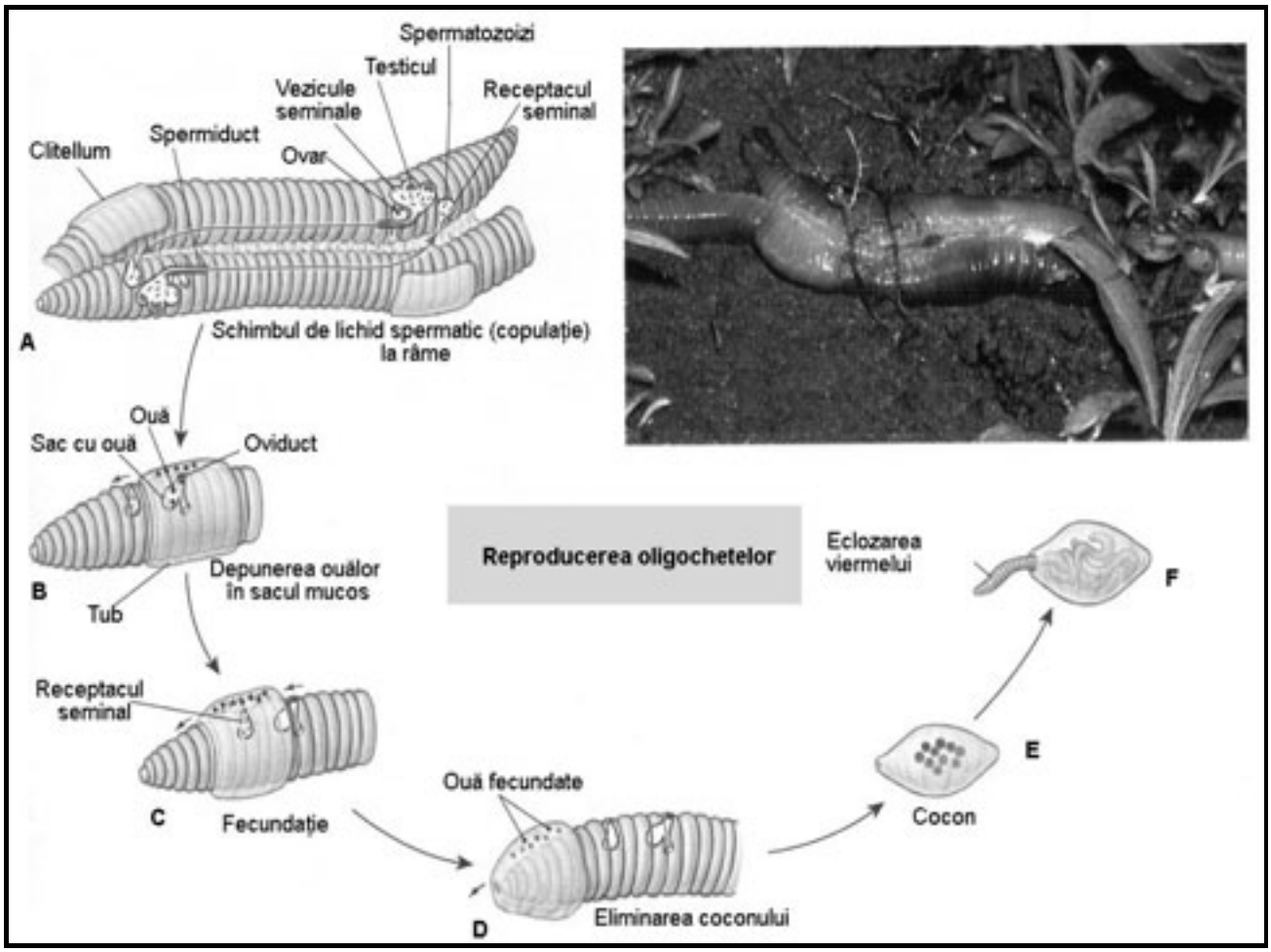


Figura 9.14. Etapele reproducerii sexuate la oligochete

Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 249.

TESTE DE AUTOEVALUARE

15. Definiți clitellumul.

16. Explicați în ce mod râmele pot să influențeze proprietățile solului.

17. Precizați localizarea şi funcția glandelor calcifere.

18. Ce este tiflosolisul şi ce funcție îndeplineşte?

19. Definiți fototaxia.

20. Ținând cont de particularitățile mediului în care trăiesc cele mai multe specii de oligochete, explicați mecanismele de osmoreglare care au loc.

21. Alegeți varianta corectă. Fecundația oligochetelor are loc în:
a) mediul extern; b) cocon; c) corpul femelei; d) tractul genital femel; e) nici o variantă.

9.3.2.2. Subclasa Hirudinea

9.3.2.2.1. Morfologie externă

Subclasa Hirudineea reuneşte aproximativ 500 de specii al căror corp este format din 34 de segmente, fiecare divizat în inele (**annuli**).

Segmentele anterioare şi posterioare sunt modificate în ventuze.

Cheții sunt reduşi sau absenți.

Majoritatea sunt forme dulcicole, marine şi terestre. Se hrănesc cu nevertebrate mici sau cu fluidele corpului vertebratelor.

Lipitorilor le lipsesc parapodele şi apendicii cefalici. Cheții sunt absenți la majoritatea speciilor, totuşi există specii la care cheții sunt situați doar pe segmentele anterioare.

Corpul este aplatizat dorso-ventral şi conic în partea anterioară.

9.3.2.2.2. Organizare internă şi funcții

Locomoția este influențată de modificările petrecute la nivelul musculaturii peretelui corpului şi ale celomului.

Locomoția

Musculatura lipitorilor este mult mai complexă decât cea a altor anelide. Între stratul de muşchi circulari şi longitudinali există un **strat de muşchi oblici**. De muşchii dorso-ventrali depinde aplatizarea tipică a lipitorilor.

Celomul lipitorilor şi-a pierdut compartimentarea metamerică, **septele au dispărut** şi **țesutul conjunctiv a invadat celomul**, ceea ce a condus la **apariția unor sinusuri interconectate**. Aceste transformări au alterat modul de locomoție. În loc să folosească independent compartimentele celomului, lipitorile au o singură cavitate hidrostatică pe care o folosesc în modul de deplasare cunoscut ca "măsurarea cu cotul."

Ataşarea ventuzei posterioare eliberează în mod reflex ventuza anterioară, determină contracția muşchilor circulari şi relaxarea muşchilor longitudinali. Fluidele sunt comprimate şi corpul se alungeşte. Ataşarea ventuzei anterioare provoacă eliberarea reflexă a ventuzei posterioare, relaxarea muşchilor circulari, contracția muşchilor longitudinali şi creşterea diametrului corpului.

Corpul se scurtează şi din nou ventuza posterioară se ataşează de substrat (Figura 9.15.).

De asemenea lipitorile înoată, folosind mişcările ondulatorii ale corpului.

Sistemul digestiv

Lipitorile se hrănesc cu fluidele sau corpul întreg al altor nevertebrate. Alte specii consumă sângele vertebratelor. Întrucât asocierea dintre lipitori şi gazdă este de scurtă durată şi nu se manifestă specificitate față de gazdă, este mai corect să susținem că **sunt prădătoare** decât parazite.

Gura se deschide anterior, în mijlocul ventuzei anterioare. Uneori partea anterioară a tubului digestiv se modifică într-un **proboscis** devaginabil, acoperit şi căptuşit cu o cuticulă.

La alte specii, gura este prevăzută cu trei fălci chitinoase. Glandele salivare secretă o substanță anticoagulantă, denumită **hirudină**, care împiedică coagularea sângelui.

Cavitatea bucală este urmată de faringe, care pompează fluidele prăzii în corpul lipitorii, esofag, stomac, prevăzut cu cecumuri laterale, intestin scurt, care se deschide la exterior prin anus. Lipitorile ingeră mari cantități de sânge sau alte fluide, sporind în felul acesta greutatea corpului de 2-10 ori. Ulterior traversează perioade de luni de zile în care nu se mai hrănesc (Figura 9. 16.).

Sistemul circulator

Hirudineele realizează schimbul de gaze la nivelul peretelui corpului. Sistemul circulator este în general puternic modificat, sinusurile celomice înlocuind vasele. Lichidul celomic preia funcția sângelui şi cu excepția a două ordine, pigmenții respiratori lipsesc.

Sistemul nervos

Cordoanele nervoase ventrale sunt nefuzionate, exceptând ganglionii.

Ganglionii supra-, subfaringieni şi conectivele faringiene fuzionează într-un inel nervos care înconjoară faringele.

Ganglionii de la capătul posterior al animalului fuzionează într-un mod asemănător.

Organe de simț sunt răspândite pe toată suprafața corpului. Majoritatea speciilor sunt prevăzute cu celule fotoreceptoare situate în cupe pigmentare de-a lungul suprafeței dorsale a segmentelor anterioare. În mod obişnuit sunt specii fototactic negative. Când caută hrană, comportamentul lor se modifică şi devin fototactic pozitive.

Hirudo medicinalis are şi **receptori termici** bine dezvoltați, care îi permit să detecteze prăzile cu temperatură corporală ridicată. Toate speciile au celule senzoriale, receptori cu peri terminali de-a lungul inelelor mediane ale fiecărui segment. Aceste celule senzoriale, denumite **papile senzoriale** au o funcție necunoscută, dar prezintă importanță taxonomică**.**

Sistemul excretor Excreția

Lipitorile au în general 10-17 perechi de metanefridii, câte una pentru fiecare segment, din regiunea mijlocie a corpului. Suplimentar structurii deja descrise, ele prezintă o capsulă implicată probabil în producerea lichidului celomic. Țesutul cloragogen proliferează în cavitatea corpului majorității lipitorilor.

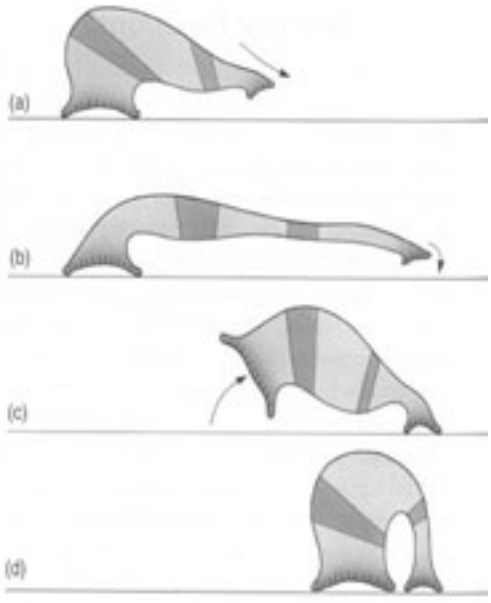


Figura 9.15. Etapele locomoției la *Hirudo medicinalis*

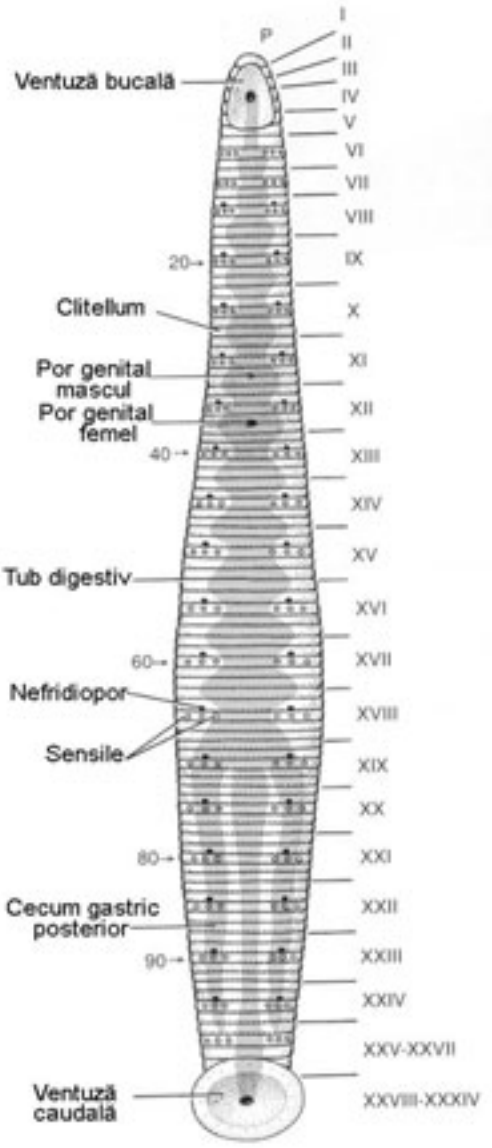


Figura 9.16. Morfologia externă la *Hirudo medicinalis* (după Hickman şi colab., 1997)

Reproducere şi dezvoltare

Toate specii sunt hermafrodite şi se reproduc sexuat, fiind **incapabile de regenerare şi de reproducere asexuată.**

Prezintă o singură pereche de ovare şi 4 sau mai multe perechi de testicule.

Ca şi oligochetele, **sunt anelide clitellate**, clitellumul cuprinzând

trei segmente. Această structură poate fi observată doar primăvara când lipitorile se înmulțesc.

Transferul de lichid spermatic şi depunerea produşilor sexuali se desfăşoară asemănător cu oligochetele, cu deosebirea că apare un organ de acuplare, penisul, implicat în transferul de lichid spermatic. .

La câteva specii, transferul de spermă se realizează cu ajutorul unui **spermatofor,** eliminat de un individ în tegumentul partenerului, o formă de impregnare hipodermică. Țesuturi speciale din tegument asigură legătura cu ovarele, prin conducte scurte.

Coconii sunt depuşi pe sol sau pe suporturi subacvatice. Nu există stadii larvare şi descendența atinge maturitatea până în primăvara următoare.

Exemplu: *Hirudo*

9.4. Filogenie

Dezvoltarea metameriei, organizarea triploblastică, simetria bilaterală, structura complexă a tractului digestiv, prezența cordonului nervos ventral constituie argumente care sprijină ipoteza strânsei înrudiri dintre anelide şi artropode.

Probabil cele două grupuri au evoluat dintr-un strămoş marin, vermiform, bilateral simetric, care a avut o organizare metamerică.

Studii moleculare recente sugerează însă că distanța dintre anelide şi artropode este mare.

Dacă teoria formării celomului prin schizocelie este corectă, atunci se poate afirma că anelidele au evoluat dintr-un stoc ancestral de viermi plați.

Pe de altă parte dacă ipoteza formării celomului prin enterocelie este corectă atunci, anelidele au evoluat din animale diploblastice străvechi şi corpul acelomat triploblastic a apărut dintr-un strămoş triploblastic celomat.

Descoperirea genului *Lobatocerebrum,* care prezintă atât caractere de anelid cât şi de vierme plat, susține ipoteza originii prin enterocelie a celomului.

Lobatocerebrum este încadrat sistematic ca anelid, deoarece prezintă o dispunere metamerică a organelor excretoare, corpul are un înveliş asemănător anelidelor, un tub digestiv complet, sistem nervos anelidian.

Conform unei interpretări tradiționale a relațiilor evolutive dintre clasele Filumului Annelida, reiese că polichete ancestrale au dat în evoluția lor polichete moderne, prin radiație adaptativă, şi un grup de anelide care a invadat mediul dulcicol. Absența caracterelor sinapomorfice la linia oligochetelor indică faptul că oligochetele sunt strămoşii acestei clade care s-a stabilit în mediul dulcicol şi că hirudineele s-au desprins din acestea.

Invazia apelor dulci a impus dezvoltarea capacității de a regla nivelul apei şi al ionilor din fluidele corpului.

Dezvoltarea directă într-un cocon a promovat cucerirea mediilor terestre şi a fost avantajoasă în raport cu apariția stadiilor larvare acvatice care înoată liber.

Oligochetele au invadat mediile terestre umede acum 100 de milioane de ani, în cursul cretacicului, perioadă în care s-au dezvoltat plantele cu flori. Dependența oligochetelor moderne de anumite forme

de vegetație îşi are originile în exploatarea acestor resurse alimentare de către strămoşii lor. Câteva oligochete au invadat mediul marin. Asemenea oligochetelor, hirudineele au colonizat habitatele terestre şi dulcicole.

Studii cladistice recente sugerează că filumul anelida nu este un grup monofiletic şi că polichetele au apărut dintr-un strămoş metameric, independent de oligochete şi hirudinee. Dacă această concluzie se verifică atunci Polychaeta, Clitellata şi Arthropoda au avut originea într-o specie ancestrală şi denumirea de Annelida ar trebui abandonată.

În privința formei corpului anelidelor ancestrale există două ipoteze:

Anelidul ancestral a fost un vierme târâtor cu parapode bine dezvoltate şi numeroşi cheți. Studii ultrastructurale au sugerat că metameria şi parapodele au evoluat împreună, septele, structurile de bază ale metameriei, fiind necesare pentru dezvoltarea vaselor de sânge transversale, asociate cu parapodele. Presupunând că metameria este un caracter ancestral, atunci parapodele, caractere sinapomorfice, ar fi fost prezente la anelidele ancestrale şi ar fi fost pierdute în evoluția clitelatelor.

A doua ipoteză sugerează că anelidul ancestral ar fi fost o formă săpătoare care este posibil să fi fost lipsită de parapode, atât de necesare în deplasarea pe substrat. În sprijinul acestei ipoteze vin dovezi paleontologie. Reținem ideea că metameria se conjugă cu modul de viață săpător (Figura.9.17.).

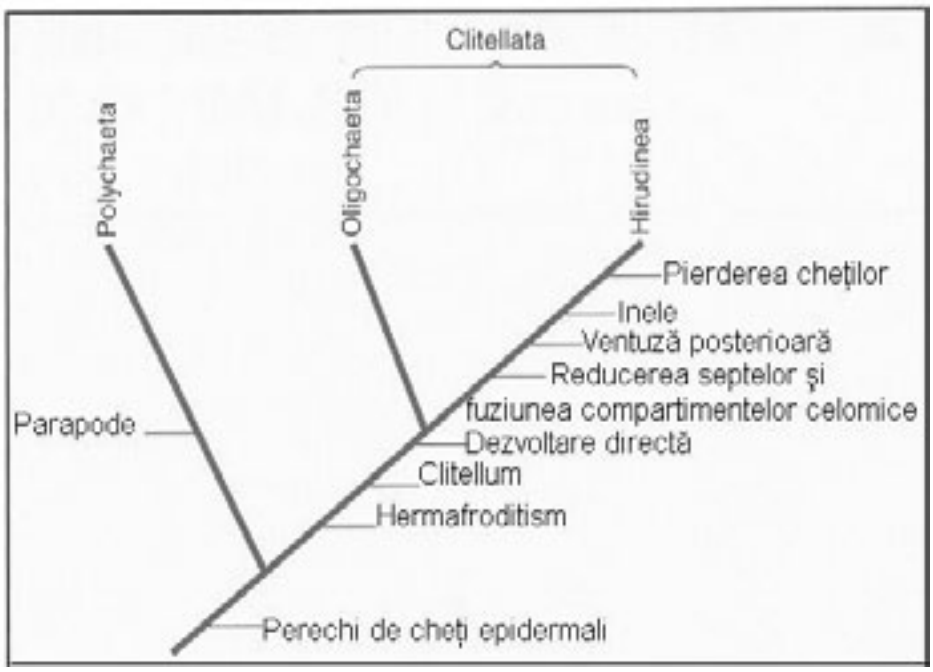


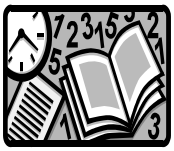
Figura. 9.17.Cladogramă care interpretează relațiile evolutive dintre clasele de oligochete (după Miller –Harley, 2005)

9.5. Rezumat

Anelidele sunt protostomieni cu corp alungit, bilateral simetric care prezintă metamerie. Corpul lor este alcătuit din segmente în care se repetă anumite structuri anatomice. Metameria a permis folosirea separată a compartimentelor celomice, ca schelet hidrostatic pentru susținere şi locomoție, a diminuat impactul factorilor traumatici şi a făcut posibilă tagmatizarea. Sistemul nervos este de tip ganglionar scalariform ventral. Sistemul circulator este închis, oxigenul fiind transportat cu ajutorul pigmenților respiratori dizolvați în plasmă. Excreția se realizează, în general, cu ajutorul metanefridiilor, care preiau produşii de catabolism, amoniac, uree din lichidul celomic şi îi evacuează în mediul extern, dar şi cu ajutorul țesutului cloragogen dezvoltat la oligocheete şi hirudinee. Polichetele au sexe separate, oligochetele şi hirudineele sunt hermafrodite şi partenerii realizează schimb reciproc de lichid spermatic. La polichete, fecundația este externă, precedată de apariția formelor epitoce. Clitelatele au dezvoltare directă.

Polichetele sunt anelide marine cu parapode şi numeroşi cheți. Se deplasează prin mişcări ondulatorii, propagate de-a lungul peretelui corpului, ca urmare a acțiunii antagoniste a muşchilor longitudinali de pe părțile opuse ale corpului. Sunt animale prădătoare, filtratoare, ierbivore sau saprofite.

Clitelatele, care includ oligochetele şi hirudineele, prezintă clitellum, o şa glandulară cu rol în formarea coconului. Sunt anelide terestre sau dulcicole, lipsite de cap şi parapode, uneori doar cu puțini cheți înfipți în tegument. Se hrănesc în general cu material vegetal în descompunere. Lipitorile sunt prădătoare şi se hrănesc cu fluidele corpului nevertebratelor sau cu sângele vertebratelor. Polichete ancestrale au dat în evoluție polichetele moderne şi anelidele care au invadat mediul dulcicol: oligochete şi ulterior hirudinee.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 249.

TESTE DE AUTOEVALUARE

22. Completați următorul tabel

Clasă	Organism reprezentativ	Cheți	Parapode
Polychaeta			
Oligochaeta			
Hirudinea			

23. Care dintre următoarele afirmații privind reproducerea la *Lumbricus terrestris* este corectă:

a) sunt viermi hermafrodiți; b)sunt viermi cu sexe separate; c) în fiecare segment există glande care produc mucus; d)viermii schimbă între ei spermatozoizi şi ovule; e)viermii schimbă între ei spermatozoizi; f)dezvoltarea embrionului are loc în mediul extern.

24. Ce tip de schelet ajută o râmă să se deplaseze?

a) un exoschelet; b) un endoschelet osos; c) un schelet hidrostatic; d) plăci spinoase.

25. Alegeți caracterul impropriu anelidelor

excreție prin nefridie; b)planul corpului saciform;

c) corp segmentat; d) celom bine dezvoltat; e) sistem nervos ganglionar scalariform ventral.

26. Alegeți una dintre variante încât afirmația să fie corectă. Organele excretoare ale oligochetelor se numesc:
a) tuburi Malpighi; b) vacuole contractile; c) metanefridie; d) celulă cu flamură; e) rinichi.

27. Comparați protonefridia cu metanefridia. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

28. Ce grup de anelide realizează excreția prin protonefridie?

29. Amintiți-vă alt grup de animale care realizează excreția prin protonefridie?

30. Explicați ce este țesutul cloragogen, unde este localizat şi ce funcții îndeplineşte. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

31. Comentați importanța funcțiilor metanefridiei pentru celomate (Răspunde în 50 de cuvinte ținând cont de toate funcțiile pe care le îndeplineşte şi de mediul de viață în care trăieşte animalul).

32. Ați identificat anelide în regiunea în care locuiți?
Pe o fişă de lucru descrieți şi desenați speciile întâlnite şi încadrați-le în una dintre clasele descrise. Contactați tutorele pentru a verifica observațiile.

9.6. Răspunsuri la testele de autoevaluare

1) vezi p 224; 2) vezi p 224; 3) vezi p 224-225; 4) tagmatizare; 5) d; 6) polichete; datorită toleranței pe care o au față de variația factorilor de mediu; 7) locomotor, respirator, excretor, procurarea hranei; 8) vezi p 227-228; 9) vezi p 229; 10) postero-anterior, antero-posterior; 11) vezi p 233 protonefridii, metanefridii, țesut cloragogen; 12) metanefridii, nefrostom, nefridiopor; 13) vezi p 233; 14) vezi p 235; 15) vezi p 236; 16) vezi p 238;17) vezi p 237; 18) vezi p 238; 19) vezi p 239; 20) vezi p 239-240; 21) b; 22)

Clasă	Organism reprezentativ	Cheți	Parapode
Polychaeta	*Nereis diversicolor*	+	+
Oligochaeta	*Lumbricus terrestris*	+	-
Hirudinea	*Hirudo medicinalis*	-	-

23) a; e;f; 24)c; 25)b; 26)c; 27) vezi p 233-234; 28) polichete 29) platelminți, pseudocelomate; 30) țesut situat în jurul intestinului cu rol de acumulare şi excreție 31) rol excretor, osmoreglator, producere a lichidului celomic.

9.7. Instrucțiuni generale de evaluare

Criterii de evaluare: tutorele va aprecia în lucrarea de verificare a cursanților capacitatea de sinteză a informației, capacitatea de aplicare a cunoştinţelor în contexte noi, însuşirea criteriilor morfologice în identificarea taxonilor studiați, coerența şi logica răspunsurilor, corectitudinea cu care au fost însuşite definițiile, folosirea corectă a termenilor noi, argumentarea logică a teoriilor învățate, aplicarea cunoştinţelor legate de biologia grupului studiat.

Pentru a obține un punctaj favorabil la lucrarea de verificare vă recomand să parcurgeți atent conținutul testelor de autoevaluare şi să verificați corectitudinea cu care ați răspuns la toate sarcinile de lucru.

Exercițiile cuprinse în lucrarea de verificare au punctaj egal (5p).

În cazul în care obțineți la lucrarea de verificare un scor mai mic de 50 de puncte va trebui să revedeți conținutul unității de învățare şi să refaceți lucrarea de verificare.

Rezultatul testului:

Numărul răspunsurilor corecte x5=_____puncte

Punctajul maxim 100 puncte.

Ponderea lucrării de verificare este de 3,33% din evaluarea finală.

9.8. Lucrare de verificare 9

V.9.1. Alegeți varianta corectă. Celomul adevărat se deosebeşte de pseudocelom prin următoarele caractere:

a) este o cavitate pentru organele interne
b) este complet căptuşită cu mezoderm
c) este incomplet căptuşită cu mezoderm
d) este identificată doar la viermii inelați.

V.9.2. Alegeți varianta corectă. Diferența dintre protostomieni şi deuterostomieni se bazează pe deosebiri între

a) tuburile digestive
b) sistemele nervoase
c) modul de dezvoltare embrionară
d) sisteme circulatorii
e) a şi c sunt corecte

V.9.3. Alegeți varianta corectă. Râmele sunt incomplet adaptate la mediul terestru pentru că:

a) reproducerea lor are loc în apă
b) trebuie să realizeze schimburi de gaze cu apa
c) tind să se usuce dacă sunt expuse la aer uscat
e) cheții trebuie să se păstreze umezi

V.9.4. Completați spațiul liber cu varianta corectă

_____oligochetelor secretă mucus pentru depunerea ovulelor şi spermatozoizilor

a) tiflosolis
b) nefridia
c) clitellum
d) cheți
e) stomac

V.9.5. Alegeți varianta corectă de răspuns. Ce caractere au în comun o râmă, o lipitoare, un polichet?

a) clitellumul
b) parapode
c) sistem circulator închis
d) celom adevărat

V.9.6. Alegeți varianta corectă de răspuns. Râmele sunt mai strâns înrudite cu :
a) aricii de mare
b) teniile
c) lipitorile
d) stridiiile
e) limbricii

V.9.7. Alegeți varianta de răspuns încât afirmația să fie corectă. În cursul reproducerii oligochetelor (*Lumbricus terrestris*)
a) fiecare individ îşi autofecundează ovulele
b) fecundația are loc în timpul copulației masculilor şi femelelor
c) indivizi hermafrodiți schimbă reciproc lichid spermatic
d) indivizi hermafrodiți schimbă reciproc ovule
e) reproducerea are loc prin partenogeneză fără participarea masculilor

V.9.8. Care dintre variantele de mai jos asociază filumuri de viermi?
a) Nematoda, Trematoda, Echinodermata
b) Cnidaria, Arthropoda, Anthozoa
c) Plathelminthea, Annelida, Nematoda
d) Nematoda, Anthozoa, Oligochaeta
e) Mollusca, Chordata, Echinodermata

V.9.9. Care dintre aspectele enumerate nu este caracteristic polichetelor?
a) folosirea unei plase mucoase pentru hrănire
b) un tipar protostomian de dezvoltare embrionară
c) un mediu marin
d) un corp bilateral simetric segmentat
e) un sistem vascular prin care circulă apa.

V.9.10. Prin ce caractere se deosebesc anelidele de alte filumuri? (Răspundeți în maxim 250 de cuvinte).

V.9.11. Ce criterii morfologice ați identificat în clasificarea anelidelor? Enumerați clasele. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

V.9.12. Descrieți planul de organizare al corpului anelidelor: peretele corpului, segmentele, celomul (Răspundeți în maxim 250 de cuvinte).

V.9.13. Explicați în ce mod ajută scheletul hidrostatic la săparea substratului şi în ce fel metameria a influențat eficiența acestei acțiuni? (Răspundeți în maxim 250 de cuvinte).

V.9.14. Definiți următoarele noțiuni: parapod, notopod, neuropod, radiole, pigidiu, prostomiu, peristomiu.

V.9.15. Explicați funcțiile îndeplinite de următoarele structuri ale oligochetelor: faringe, glande calcifere, guşă, stomac, tiflosolis, țesut cloragogen.

V.9.16. Explicați funcția clitellumului. (Răspundeți în maxim 20 de cuvinte).

V.9.17. Ce deosebiri apar în reproducerea şi dezvoltarea diferitelor clase de anelide? (Răspundeți în maxim 250 de cuvinte).

V.9.18. La ce grup de anelide s-au pierdut septele dintre compartimentele celomice? Ce avantaje au apărut în urma pierderii septelor? (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).
V.9.19. Ce dovezi susțin apropierea anelidelor şi artropodelor în aceeaşi linie evolutivă? (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).
V.9.20. Care sunt relațiile filogenetice dintre moluşte anelide şi artropode?
(Răspundeți în maxim 250 de cuvinte).

9.9. Cuvinte cheie

acicul, annuli, cirri, clitellum, eurihalin, formă atocă, formă epitocă, glande calcifere, metamerie, nefridiopor, nefrostom, neuropod, notopod, organe nucale, parapode, peristomiu, pigidiu, prostomiu, redundanță, septe, soma metamerizată, tagmatizare, țesut cloragogen.

9.10. Bibliografie

1. Firă, V., Năstăsescu, M., (1977): Zoologia nevertebratelor E.D.P., 245-288.
2. Hickman, C.P., Roberts, L.S., Larson, A., l'Anson, H., 2004. Mc Graw-Hill, Integrated Principles of Zoology, Segemeted Worms, 345-363.
3. Miller, S.A., Harley, J.P., 2005, Zoology, Mc Graw-Hill, Annelida; The metameric body form, 199-213.
4. Năstăsescu, M., Suciu, M., Aioanei F., (1998): Zoologia nevertebratelor, Lucrări practice, partea a II-a, T.U.B, 49-70.
5. Tesio C., (1997): Elemente de zoologie. Editura Universității Bucureşti, 91-99.
6. Winnepenninckx, B.M.H., Van der Peer, Y., BackeljauT., 1998, Metazoan relationships on the basis of 18S rRNA sequences:A few years later...Am.Zool.38, 888-906.

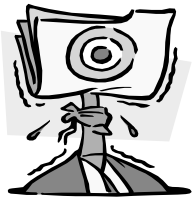
www.mhhe.com/zoology, Web Links: Phylum Annelida, Clasa Polychaeta, Clasa Oligochaeta, Clasa Hirudinea

Unitatea de învățare 10
PHYLUM ARTHROPODA

Cuprins

Obiective 254
10.1.Caractere generale 254
10.2.Clasificare 259
10.2.1. Subphylum Trilobitomorpha 259
10.2.2. Subphylum Chelicerata 260
10.2.2.1. Clasa Merostomata 260
10.2.2.2. Clasa Arachnida 261
10.2.2.3. Clasa Pycnogonida 269
10.2.3. Subphylum Crustacea 270
10.2.3.1. Clasa Remipedia 270
10.2.3.2. Clasa Cephalocarida 270
10.2.3.3. Clasa Branchiopoda 270
10.2.3.4. Clasa Malacostraca 271
10.2.3.5. Clasa Ostracoda 280
10.2.3.6. Clasa Maxillopoda 280
10.2.4. Subphylum Hexapoda 282
10.2.4.1. Clasa Entognatha 282
10.2.4.2. Clasa Insecta 282
10.2.5. Subphylum Myriapoda 299
10.2.5.1. Clasa Diplopoda 299
10.2.5.2. Clasa Chilopoda 300
10.2.5.3. Clasa Pauropoda 301
10.2.5.4. Clasa Symphyla 301
10.3. Filogenie 302
10.4. Rezumat 303
10.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare 306
10.6. Instrucțiuni generale de evaluare 307
10.7. Lucrare de verificare 10 307
10.8. Cuvinte cheie 308
10.9. Bibliografie 308

Obiective



Obiective generale:

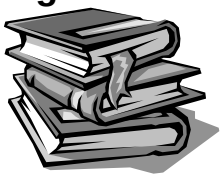
- **Identificarea caracterelor adaptative de care a depins cucerirea mediului terestru**

Obiective specifice:

La sfârşitul unității de învățare cursanții:

1. **Identifică aspectele comune ale organizării interne a anelidelor şi artropodelor.**
2. **Identifică elementele structurale noi care apar în planul de organizare al artropodelor.**
3. **Explică mecanismele de locomoție ale artropodelor**
4. **Identifică setul de caractere folosit în clasificarea artropodelor.**
5. **Stabilesc măsuri de combatere a speciilor parazite de insecte.**
6. **Recunosc grupe de artropode în localitatea în care locuiesc.**

10.1. Caractere generale



Până în prezent Phylumul Arthropoda este considerat cel mai numeros grup de viețuitoare, cu un milion de specii descrise. Se estimează că ar putea exista încă 30 –50 de milioane de specii necaracterizate.

Artropodele sunt celomate din grupul protostomienilor (celomul se formează prin schizocelie, gura s-a dezvoltat din blastoporul gastrulei), încadrate alături de Phylum Nematoda, Nematomorpha, Kinorhyncha, în Supraphylumul Ecdysozoa.

Sinapomorfiile propuse pentru această cladă sunt: cuticula, absența cililor epidermali, îndepărtarea cuticulei în timpul procesului de năpârlire.

Dimensiunile corpului variază între 0.1 mm, la *Demodex sp.* şi 4 m la specii ale genului *Macrocheira.*

Artropodele sunt un grup monofiletic divizat în patru subfilumuri actuale:

Chelicerata
Crustacea
Hexapoda
Myriapoda

Acestora li se adaugă Subphylumul Trilobitomorpha extinct.

Unul dintre aspectele structurale ale artropodelor care a contribuit la succesul grupului este **metameria.**

Artropodele au metamerie externă pentru că au corpul alcătuit dintr-o serie de segmente similare, fiecare prevăzut cu o pereche de apendice. **În interior nu există septe care să împartă cavitatea corpului** şi majoritatea sistemelor de organe nu sunt dispuse metameric.

1. Se apreciază că **dispariția metameriei** s-a produs pe fondul scăderii rolului compartimentelor hidrostatice în susținerea locomoției animalelor protejate de un exoschelet

Modificările petrecute la nivelul metameriei se explică prin **specializarea regiunilor corpului la anumite funcții**: hrănire şi percepție senzorială, locomoție, funcții viscerale. **Specializarea apendicilor articulați** şi diviziunea pronunțată a muncii au determinat o mare varietate de acțiune şi adaptabilitate.

2. Corpul artropodelor este protejat de un **exoschelet chitinos** care asigură suport structural şi protecție, suprafețe impermeabile pentru prevenirea pierderii apei, un sistem de pârghii pentru inserția muşchilor şi

mişcare. De asemenea exoscheletul a suferit modificări pentru a genera structuri senzoriale.

3. Evoluția unui exoschelet cuticular a fost urmată de **artropodizare** care a inclus pierderea septelor intersegmentare, dezvoltarea hemocelului şi pierderea sistemului circulator închis.

Exoscheletul acoperă suprafețele corpului şi invaginările peretelui corpului, cum ar fi porțiunile anterioară şi posterioară ale tubului digestiv. Exoscheletul este secretat de epiderma unistratificată.

Stratul epidermic este denumit **hipoderm** deoarece, spre deosebire de țesuturile epidermice, este acoperit de un exoschelet şi nu este expus direct la acțiunea apei sau a aerului. Mulți specialişti consideră că de această structură a depins în cea mai mare parte succesul artropodelor.

Exoscheletul

Exoscheletul este constituit din două straturi:

- **epicuticula**, strat superficial, relativ subțire, este alcătuită din lipoproteine cerate, este impermeabilă față de apă şi se constituie într-o barieră în calea microorganismelor şi pesticidelor. Proteina din structura ei este stabilizată şi întărită prin formarea de legături chimice încrucişate, care accentuează rolul protector.

- **procuticulă** reprezintă cea mai mare parte a exoscheletului, situată sub epicuticulă.

Atât procuticula cât şi epicuticula sunt laminate, alcătuite fiecare din numeroase straturi.

Procuticula este divizată în **exocuticulă**, secretată înaintea năpârlirii şi **endocuticulă** care este secretată după năpârlire.

Endocuticula conține un strat principal, puternic calcifiat, bogat în chitină dar sărac în proteine şi un strat membranos necalcifiat, subțire de proteine şi chitină (Figura 10.1.).

La majoritatea crustaceilor, procuticula este impregnată cu săruri de calciu şi ambele straturi conțin chitină legată de proteine.

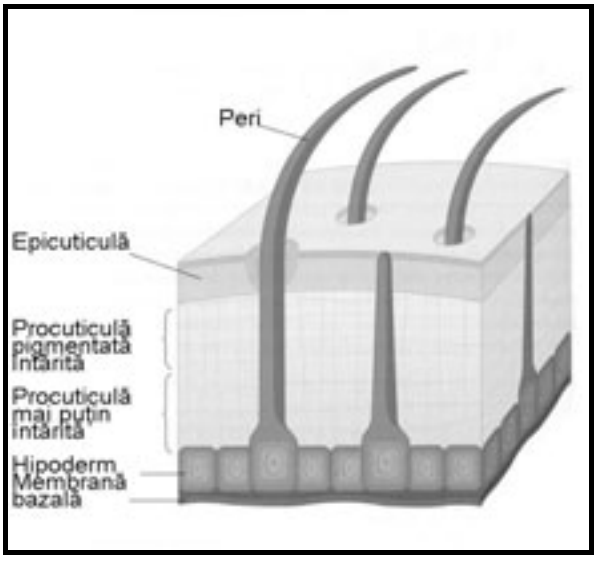


Figura 10.1. Structura cuticulei artropodelor (după Miller-Harley, 2005)

Chitina, principalul constituent al epicuticulei, este un polizaharid azotat, dur, rezistent, insolubil în apă, baze şi acizi slabi, pielos, căruia i se adaugă câteva tipuri de proteine. De aceea procuticula nu este doar flexibilă şi uşoară, ci protejează organismul împotriva deshidratării.

Prin **sclerotizare** sau impregnare cu carbonat de calciu, regiunea externă a procuticulei se întăreşte. Sclerotizarea este un proces de taninare prin care straturile de proteine sunt legate încrucişat unul de altul, întărind şi întunecând exoscheletul. Întărirea procuticulei asigură o protecție solidă artropodelor, însă necesită o serie de adaptări pentru a le permite să trăiască şi să crească în limitele ei.

Elasticitatea scheletului, datorată prezenței unor proteine, permite acumularea de energie folosită pentru bătaia aripilor sau salt.

Invaginări ale exoscheletului formează creste ferme şi bare pentru inserția muşchilor.

O altă modificare a exoscheletului a constituit-o formarea articulațiilor. În regiunile în care procuticula este mai subțire şi mai puțin întărită, apare o membrană flexibilă de articulație.

De asemenea exoscheletul conține receptori senzoriali, denumiți **sensile**, sub formă de peri, cârlige, lentile, şi permite schimbul de gaze.

Creşterea unui artropod ar fi imposibilă dacă, periodic, nu s-ar îndepărta exoscheletul prin năpârlire.

Năpârlirea se desfăşoară în patru etape:

a) enzimele secretate de glandele hipodermice încep să digere vechea procuticulă pentru a separa hipodermul şi exoscheletul.

b) hipodermul începe să secrete o nouă epicuticulă şi se formează o nouă procuticulă pe măsură ce vechea procuticulă este digerată. Produşii de digestie sunt încorporați într-o nouă procuticulă. Procuticula şi epicuticula nou-apărute se cutează sub vechiul exoschelet, pentru a permite creşterea dimensiunilor corpului după năpârlire.

c) vechiul exoschelet se desprinde de-a lungul unor trasee predeterminate (linii ecdisale) atunci când corpul animalului se dilată, ca urmare a pătrunderii apei sau aerului.

d) se depune carbonatul de calciu şi sclerotizarea întăreşte noul exoschelet. Se depun pigmenți în straturile externe ale procuticulei. Se adaugă material suplimentar epicuticulei.

În cursul celor câteva ore sau zile cât durează procesul de întărire, artropodul este vulnerabil în fața prădătorilor şi rămâne ascuns.

Aceste modificări sunt controlate de sistemul nervos şi endocrin. (Figura 10.2.).

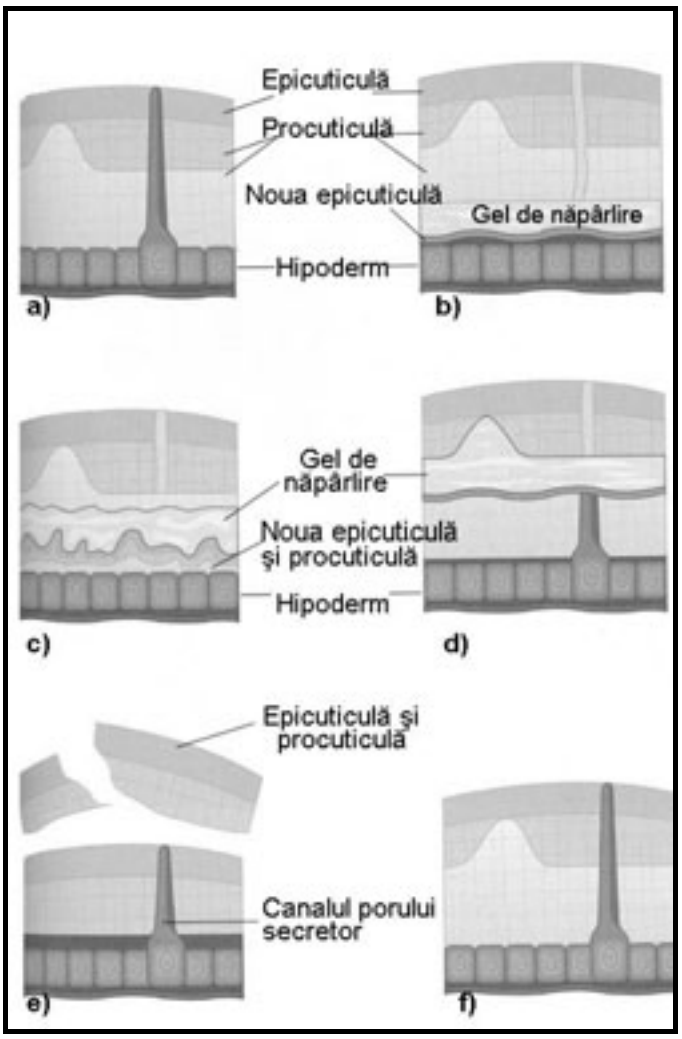


Figura 10.2. Etapele năpârlirii la artropode (după Miller-Harley, 2005)

4. **Artropodele prezintă apendici articulați.**

Cefalizarea Cefalizarea a devenit mai pronunțată concomitent cu centralizarea ganglionilor fuzionați şi a organelor de simț la nivelul capului.

Sistemul nervos Sistemul nervos este situat ventral.

Locomoția Locomoția se realizează prin muşchii extrinseci ai apendicilor spre deosebire de anelide, la care se realizează cu ajutorul musculaturii corpului. **Muşchii striați** asigură o deplasare rapidă.

Celomul Compartimentele celomului şi-au pierdut funcția de schelet hidrostatic, provocând **regresia celomului** şi înlocuirea cu un sistem deschis de sinusuri (**hemocel**).

Hemocelul s-a format pe seama blastocelului şi constituie o cavitate internă pentru sistemul circulator deschis al artropodelor.

În hemocel organele interne sunt scăldate de fluidele corpului pentru a realiza schimbul de substanțe nutritive, deşeuri şi uneori de gaze.

Celomul, care apare în dezvoltarea majorității protostomienilor prin fragmentarea blocurilor mezodermice, s-a redus la artropodele ancestrale, fiind reprezentat prin cavități care înconjoară gonadele şi organele excretoare.

Cilii mobili au dispărut.

Sistemul circulator

Sistemul circulator este de tip deschis, sângele fiind eliberat în spații tisulare derivate din blastocel.

Tubul digestiv

Tubul digestiv complet, prezintă o mai mare specializare, fiind prevăzut cu dinți chitinoşi, compartimente şi osicule gastrice.

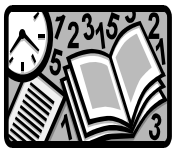
Un alt aspect caracteristic major care a contribuit la succesul artropodelor este reducerea competiției dintre adulți şi stadiile imature, datorită metamorfozei.

Metamorfoza

Metamorfoza reprezintă o schimbare radicală a formei corpului şi fiziologiei unui stadiu imatur, denumit larvă, pe măsura transformării în adult. Evoluția artropodelor a condus la o divergență extraordinară a formelor corpului, comportamentelor şi habitatelor stadiilor imature şi adulte.

De exemplu crabii adulți se hrănesc pe fundurile nisipoase ale habitatelor lor marine, cu pradă vie sau material organic în descompunere, în timp ce formele larvare trăiesc şi se hrănesc în plancton. Omizile se hrănesc cu țesuturile frunzelor, în timp ce adulții preferă nectarul. În felul acesta stadiile nu intră în competiție pentru hrană şi spații vitale. La unele specii de artropode, larvele servesc de asemenea ca stadii de dispersie.

Tiparele comportamentale sunt mult mai complexe decât cele ale majorității nevertebratelor, frecvent apărând organizarea socială.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 306.

TESTE DE AUTOEVALUARE

1. Ce filumuri alcătuiesc Suprafilumul Ecdysozoa ?
2. Precizați două cauze care au determinat dispariția metameriei artropodelor.
3. Enumerați straturile cuticulei.
4. Enumerați cinci funcții ale exoscheletului artropodelor.
5. Definiți hemocelul. Precizați rolul pe care îl îndeplineşte.
6. Explicați avantajele care decurg din apariția metamorfozei.
7. O specie neidentificată de animal prezintă următoarele caractere: simetrie bilaterală, segmentare determinată a embrionului, sistem digestiv complet, sistem circulator deschis, segmentare distinctă a corpului. Cărui filum dintre cele amintite îi aparține această specie ?
a)Cnidaria;b)Plathelminthes; c)Porifera; d)Annelida;e)Arthropoda

10.2. Clasificare

10.2.1. Subphylum Trilobitomorpha

(Gr. *tri*, trei+ *lobos*, lobi)

Grup extinct, format din specii marine, dominant din Cambrian (acum 600 milioane de ani) până în Carbonifer (acum 345 milioane de ani).

Corpul era divizat în trei lobi longitudinali: cefalon, trunchi şi pigidiu, oval şi aplatizat.

Cefalonul era o piesă unică, însă prezenta semnele unei segmentări anterioare şi era prevăzut cu o pereche de antene, ochi compuşi, gură şi patru perechi de apendice.

Somitele pigidiului erau fuzionate într-o placă. Pe fiecare segment al corpului, cu excepția ultimului, se articula câte o pereche de apendice biramate. Lobul intern avea rol locomotor, cel extern era prevăzut cu spini sau dinți, care ar fi putut fi folosiți pentru săpat, înot sau ca branhii, în schimbul de gaze. Toate segmentele se articulau mobil, încât corpul se putea înrula ca o minge pentru a proteja părțile ventrale moi. Majoritatea formelor fosile au fost descoperite în această poziție.

Se târau pe substrat hrănindu-se cu anelide, moluşte şi material organic în descompunere (Figura 10.3.).

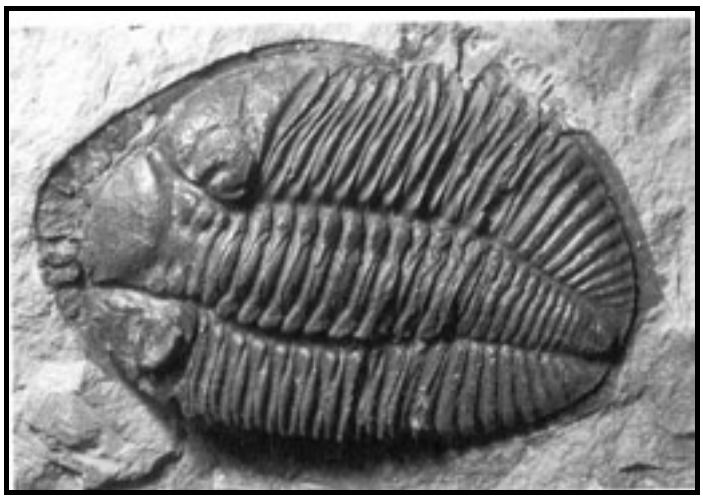


Figura 10.3. Morfolologia externă a trilobiților

10.2.2. Subphylum Chelicerata

(Gr.*chele*, gheară+*ata*, sufixul pentru plural)

Corpul acestor artropode este diferențiat în două regiuni:

-prosoma (cefalotorace) cu rol senzorial, hrănitor şi locomotor, este prevăzută cu ochi, niciodată cu antene şi cu şase perechi de apendici.

Prima pereche de apendici, **chelicerele**, seamănă cu pense, folosite în general pentru hrănire, uneori este transformată în cârlige goale, care îndeplinesc diferite funcții.

Perechea a doua, **pedipalpi**, este de obicei senzorială, dar poate fi folosită în hrănire, locomoție sau reproducere. Pedipalpii sunt urmați de **apendici locomotori**.

-**opistosoma**, situată posterior, este regiunea care adăposteşte organele digestive, reproducătoare, excretoare şi respiratorii.

10.2.2.1. Clasa Merostomata

Cuprinde forme marine, cu branhii plasate pe opistosomă.

Clasa este divizată în două subclase:

Subclasa Eurypterida, un grup extinct de artropode, răspândit în Cambrian (acum 600 milioane de ani) şi care a dispărut în Permian (acum 280 de milioane de ani).

Capul, format prin fuziunea a şase segmente, era prevăzut cu ochi simpli şi compuşi, chelicere, pedipalpi şi patru perechi de picioare ambulatoare.

Abdomenul era format din 12 segmente continuate cu un telson în formă de spin.

Au fost prădători dominanți ai epocii lor.

- **Subclasa Xiphosura** este reprezentată în prezent prin trei genuri şi cinci specii:

Limulus polyphemus, larg răspândit în Oceanul Atlantic, Golful Mexic

Carcinoscorpius cu specii întâlnite de-a lungul țărmului sudic al Japoniei

Tachypleus gen răspândit în estul Indiei şi de-a lungul coastei de sud a Asiei.

Trăiesc pe substrat nisipos sau mâlos, hrănindu-se cu anelide, moluşte şi alte nevertebrate.

Prosoma este acoperită de o carapace dură, nesegmentată, chelicerele, pedipalpii şi primele trei perechi de picioare ambulatoare

sunt folosite pentru deplasare şi manipularea hranei. Pe carapace există doi ochi compuşi şi doi ochi simpli. Ultima pereche de apendici, prezintă plăci foliacee la vârf şi este folosită pentru locomoție şi săpat.

Opistosoma include un telson lung nesegmentat şi şase perechi de apendice fuzionate pe linia mediană.

Prima pereche de apendice opistosomale acoperă porii genitali şi poartă denumirea de **opercule genitale**, următoarele 5 perechi de apendice sunt transformate în branhii, (reprezintă modificări ale exoscheletului cu aspect de plăci foliacee seriate, folosite ca suprafețe de schimb gazos). Schimbul de gaze se realizează între sânge şi apă, pe măsură de sângele circulă prin branhii.

Sistemul circulator este deschis.

Sexele sunt separate şi conviețuiesc în perioada de reproducere. Masculii fecundează ovulele pe măsură ce femela le depune în depresiuni săpate în nisip.

Ouăle fecundate sunt acoperite cu nisip şi se dezvoltă în lipsa supravegherii părinților (Figura 10.4.).

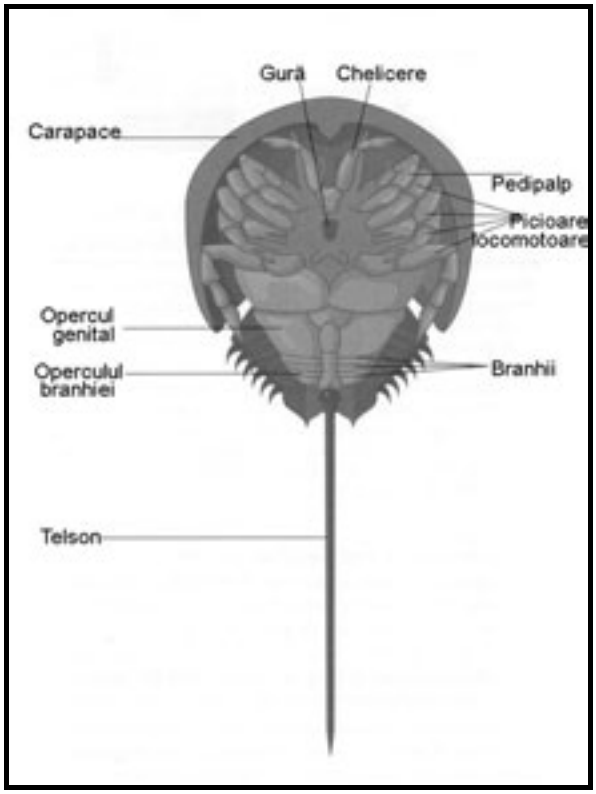


Figura 10.4. *Limulus polyphemus* (după Miller-Harley, 2005)

10.2.2.2. Clasa Arachnida

(Gr. *arachne,* păianjen). Majoritatea specialiştilor consideră că arahnidele au evoluat din euripteride şi au fost specii terestre. Primele fosile de scorpioni acvatici datează din Silurian (acum 405 milioane de ani), fosilele de scorpioni tereştri sunt de vârstă devoniană (de acum 350-400 milioane de ani) şi fosile ale altor grupe de arahnide sunt semnalate în Carbonifer (acum 280-345 de milioane de ani).

Până în prezent au fost descrise 80 000 de specii.

Clasa Arachnida este alcătuită în general din specii terestre, care respiră prin plămâni sau trahei şi au corpul prevăzut cu patru perechi de apendice locomotoare, în stadiul de adult.

Majoritatea arahnidelor sunt carnivore. Chelicerele reţin prada acoperită cu enzimele tubului digestiv. Hrana parţial digerată este preluată în cavitatea bucală.

Alte specii injectează enzimele prin chelicerele înguste şi aspiră ţesuturile animale parţial digerate.

Sistemul digestiv

Tubul digestiv al arahnidelor este divizat în trei regiuni: părţile anterioară şi posterioară se dezvoltă ca invaginări ale peretelui corpului şi sunt căptuşite cu cuticulă. O porţiune a intestinului anterior este modificată într-un stomac aspirator, în timp ce intestinul posterior este în mod frecvent locul de reabsorbţie al apei.

Intestinul mijlociu necuticularizat, conţine celule secretoare şi absorbtive. Diverticulele sale laterale cresc suprafaţa disponibilă pentru absorbţie şi acumulare.

Sistem excretor

Arahnidele folosesc glandele coxale şi/sau tuburile Malpighi pentru excreţia deşeurilor azotate.

Glandele coxale sunt saci sferici, pereche, cu pereţi subţiri scăldaţi de sângele din sinusurile corpului. Deşeurile azotate absorbite prin peretele sacilor sunt transportate într-un tub lung, cutat şi excretate prin porii de la baza apendicelor posterioare.

Arahnidele adaptate la mediile uscate, prezintă diverticule ale tubului digestiv, închise în fund de sac, situate la joncţiunea intestinului mijlociu cu intestinul posterior. Aceste tuburi, denumite **tuburile Malpighi**, absorb deşeurile din sânge şi le elimină în tractul digestiv, de unde vor fi evacuate la exterior împreună cu resturile nedigerate (Figura 10.5.). Principalul **produs de excreţie** al arahnidelor, eliminat în stare semisolidă, este **acidul uric**. Acest aspect al metabolismului constituie un avantaj pentru animalele terestre, întrucât împiedică pierderile de apă.

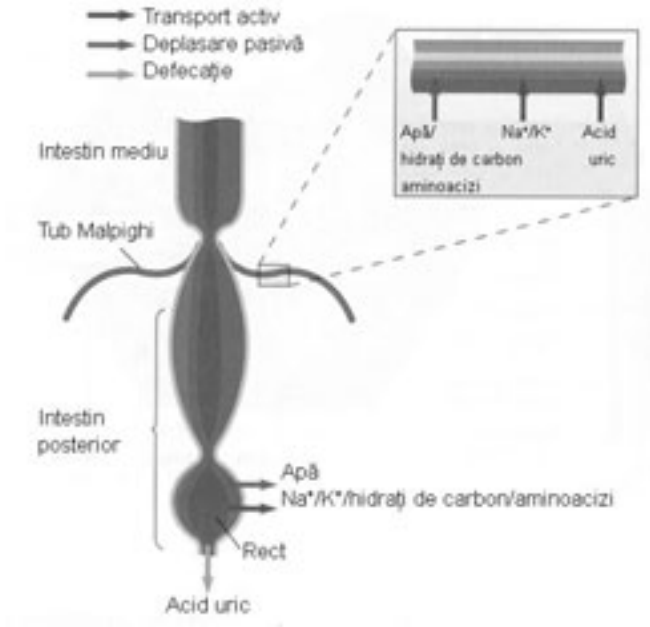


Figura 10.5. Structura şi funcţiile tuburilor Malpighi(Miller-Harley, 2005)

Sistemul respirator

Schimbul de gaze se desfăşoară cu pierderi minime de apă pentru că arahnidele au doar câteva suprafețe respiratorii expuse.

Unele arahnide prezintă structuri denumite **plămâni,** care se presupune că ar fi branhii modificate, de tipul celor descrise la Merostomate. Plămânii reprezintă invaginări pereche ale peretelui ventral al corpului, pliate într-o serie de lamele foliacee. Aerul intră printr-o fantă şi circulă printre lamele. Gazele difuzează între sângele care se mişcă printre lamele şi aerul din camera pulmonară. (Figura 10.6.).

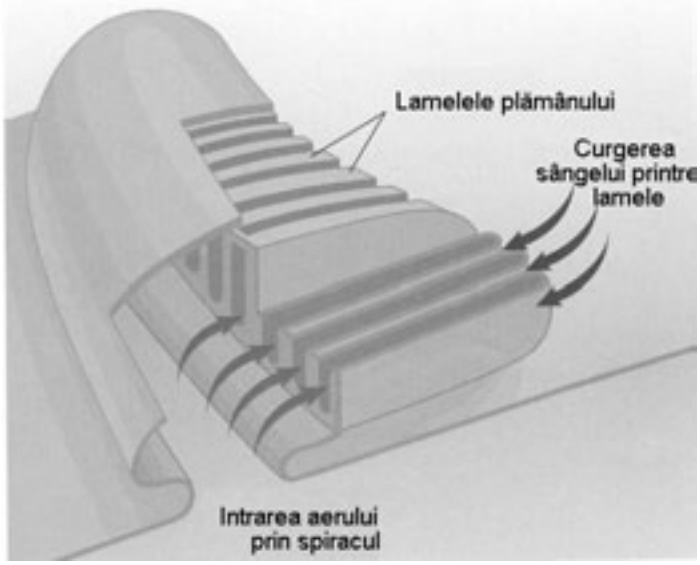


Figura 10.6. Structura plămânului (după Miller-Harley, 2005)

Alte arahnide prezintă o serie de tuburi ramificate căptuşite cu chitină, care aprovizionează direct țesuturile cu aer. Acest sistem de tuburi poartă denumirea de **trahei** şi se deschid la exterior prin orificii, **spiracule**, situate de-a lungul părții ventrale şi laterale a abdomenului (Figura 10.7.).

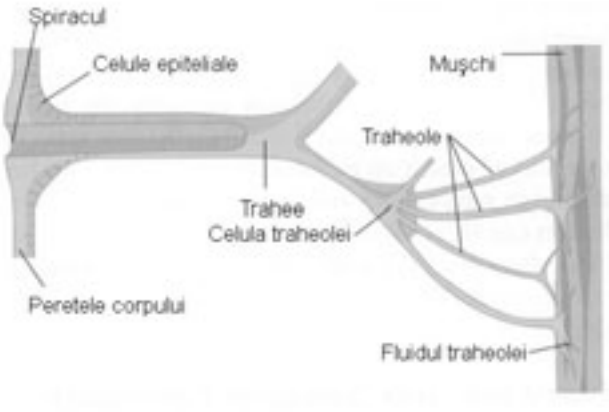
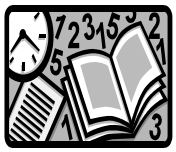


Figura 10.7. Structura traheilor (după Miller-Harley, 2005)



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar.
Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 306.

TESTE DE AUTOEVALUARE

8. Din ce regiuni este alcătuit corpul cheliceratelor?

9. Numiți apendicele cheliceratelor şi regiunea la care se articulează.

10. Descrieți branhiile xifosurilor şi precizați originea lor.

11. Completați spațiile libere cu termenii corespunzători. Majoritatea arahnidelor trăiesc în mediul __a___, respiră prin ___b___, ___c___, şi au un regim alimentar ___d___.

12. Ce produs de catabolism elimină arahnidele? Amintiți şi alte substanțe eliminate prin excreție de alte grupe de nevertebrate.

Sistemul circulator

Sistemul circulator este deschis. Un vas dorsal contractil (denumit aortă dorsală sau inimă) pompează sânge în spațiile hemocelului. Sângele scaldă țesuturile şi revine în aorta dorsală prin orificii ale aortei denumite **ostii**. Sângele arahnidelor conține un pigment respirator dizolvat, **hemocianină** şi celule amiboide care apără organismul şi intervin în coagulare.

Sistemul nervos

Sistemul nervos al artropodelor este plasat ventral. La strămoşii artropodelor, acesta a prezentat un tipar structural similar celui anelidian. Cu excepția scorpionilor, sistemul nervos al arahnidelor este centralizat, datorită fuziunii ganglionilor.

Corpul unui arahnid prezintă o varietate de structuri senzoriale. Majoritatea mecanoreceptorilor şi chemoreceptorilor reprezintă modificări ale exoscheletului, sub formă de proiecții, pori, fante, împreună cu celulele senzoriale şi accesorii. Aceşti receptori sunt cunoscuți cu titlul generic de **sensile**. De exemplu perii sunt modificări cuticulare, plasate în pungi membranoase. Dislocarea unuia inițiază un impuls nervos într-o celulă nervoasă asociată.

Receptorii pentru vibrații sunt foarte importanți pentru anumite arahnide. Păianjenii, care folosesc pânze pentru a –şi captura prada, estimează, atât mărimea prăzii cât şi poziția pe pânză, prin vibrațiile pe care prada le produce pentru a se elibera.

Pori mici ai exoscheletului, asociați cu cârlige ale exoscheletului, permit substanțelor chimice să stimuleze celulele nervoase.

Arahnidele prezintă una sau mai multe perechi de ochi folosiți pentru detectarea mişcării şi schimbărilor de intensitate ale luminii. Ochii anumitor specii prădătoare de păianjeni formează imagini.

Sistemul genital şi reproducerea

Arahnidele au sexe separate. Orificiile genitale, pereche, se deschid pe partea ventrală a celui de-al doilea segment abdominal. Transferul de spermă este, de obicei, indirect. Spermatozoizii sunt depuşi într-un spermatofor transferat femelei. Ritualul de curtare are rolul de a atrage femela spre spermatofor şi de a o poziționa, încât să primească spermatoforul. La anumite specii lichidul spermatic este transferat printr-un pedipalp modificat al masculului.

Dezvoltarea este directă, puii care eclozează din ouă seamănă cu adulții. Numeroase specii de arahnide obişnuiesc să aibă grijă de pontă şi pui.

Ordinul Scorpionida cuprinde scorpionii, arahnide răspândite în zonele tropicale şi în cele cu climat temperat cald. În general sunt specii nocturne, care se ascund în timpul zilei pe sub pietre sau buşteni.

Prosoma scorpionilor este fuzionată într-o carapace cu aspect de scut. Chelicere mici, cu trei articole, se proiectează în partea anterioară. Urmează o pereche de pedipalpi cu 6 articole care se termină cu pense bine dezvoltate şi patru perechi de apendice locomotoare.

Opistosoma este divizată în două regiuni:

preabdomenul (mesosoma) este prevăzut cu orificii latero-ventrale pentru plămâni, cu orificii genitale, chemoreceptori şi receptori tactili concentrați pe apendice modificate, denumite **piepteni**.

postabdomenul (metasoma) este mai îngust comparativ cu preabdomenul şi curbat dorso-anterior peste corp când animalul este iritat. Postabdomenul se termină cu un **telson,** prevăzut cu un țep. Baza telsonului este dilatată şi adăposteşte glandele cu venin. Muşchii netezi au un rol important în proiectarea veninului. Doar câteva specii au venin toxic pentru oameni: speciile genului *Androctonus* din Africa, *Centruroides* din Mexico, Arizona, New Mexico.

Reproducerea este precedată de o paradă nupțială care durează de la cinci minute la câteva ore. Partenerii îşi ridică abdomenele în aer. Masculul prinde femela cu ajutorul pedipalpilor şi se deplasează înainte-înapoi în mod repetat. Porțiunea inferioară a tractului reproducător mascul formează un spermatofor depus pe sol. În timpul paradei, masculul poziționează femela în aşa fel încât orificiul genital să se găsească deasupra spermatoforului. Presiunea exercitată de abdomenul femelei asupra unei structuri declanşatoare a spermatoforului, produce eliberarea spermatozoizilor în camera genitală a femelei.

Majoritatea artropodelor sunt ovipare, femelele depunând ouă care se dezvoltă ulterior în afara corpului. Numeroase specii de scorpioni sunt ovovivipare, dezvoltarea având loc în corpul femelei cu toate că ouăle mari, bogate în vitelus furnizează materialul nutritiv necesar dezvoltării.

Unele specii de scorpioni sunt vivipare, femela asigurând materialul nutritiv necesar dezvoltării embrionilor. Ouăle se dezvoltă în diverticulele ovarelor care sunt strâns asociate cu diverticulele tractului digestiv. Substanțele nutritive trec din diverticulele tractului digestiv spre embrioni. Dezvoltarea durează 1.5 ani, fiind urmată de naşterea a 20–40 de pui purtați pe spatele femelei timp de o lună. Se maturizează în 1-8 ani şi au o longevitate de până la 15 ani. Figura 10.8.

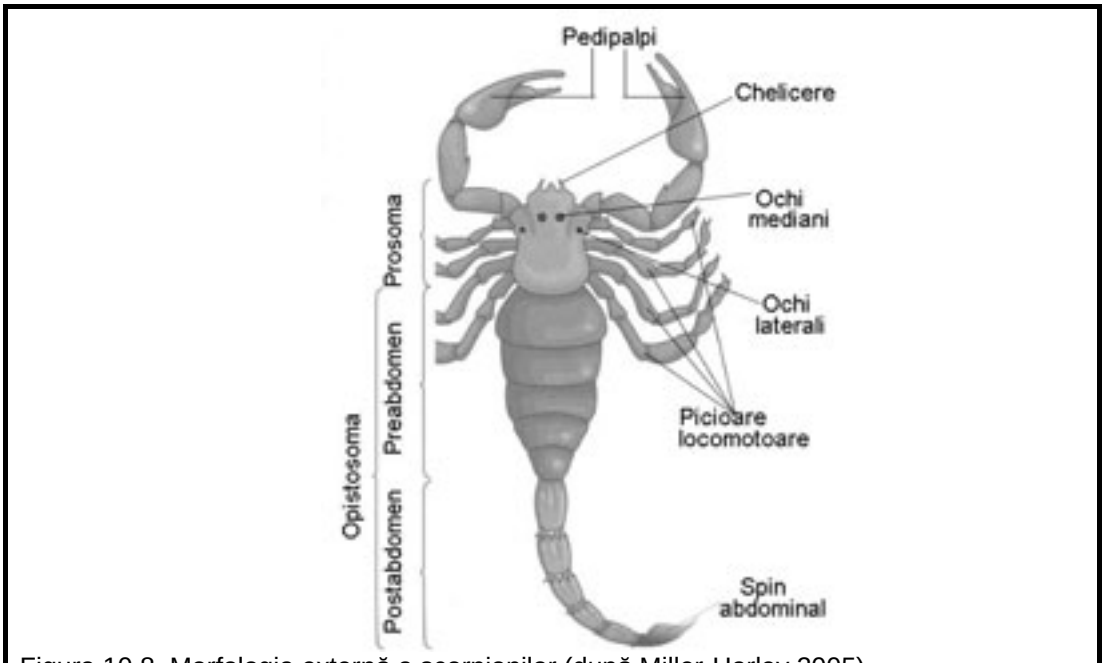


Figura 10.8. Morfologia externă a scorpionilor (după Miller-Harley,2005)

Ordinul Araneae cu cele aproximativ 34 000 de specii este considerat cel mai numeros grup de arahnide.

Prosoma şi opistosoma nesegmentate sunt unite printr-un pedicel.

Chelicerele, terminate cu un cârlig şi conectate cu glande veninoase, se articulează la prosoma.

Pedipalpii sunt asemănători apendicelor locomotoare, au articole bazale specializate pentru mestecat. La masculi, pedipalpii s-au adaptat pentru transferul spermatozoizilor.

Cele patru perechi de apendice locomotoare ale prosomei se termină cu gheare. Marginea antero-dorsală a carapacei este prevăzută cu 6-8 ochi, fiecare cu cristalin şi retină.

Pe abdomenul umflat sau alungit, se deschid orificiile tractului reproducător, ale plămânilor şi traheilor. Caracteristică este prezența a 6-8 proiecții conice, denumite **filiere**, asociate cu **glandele sericigene**. (Figura 10.9.).

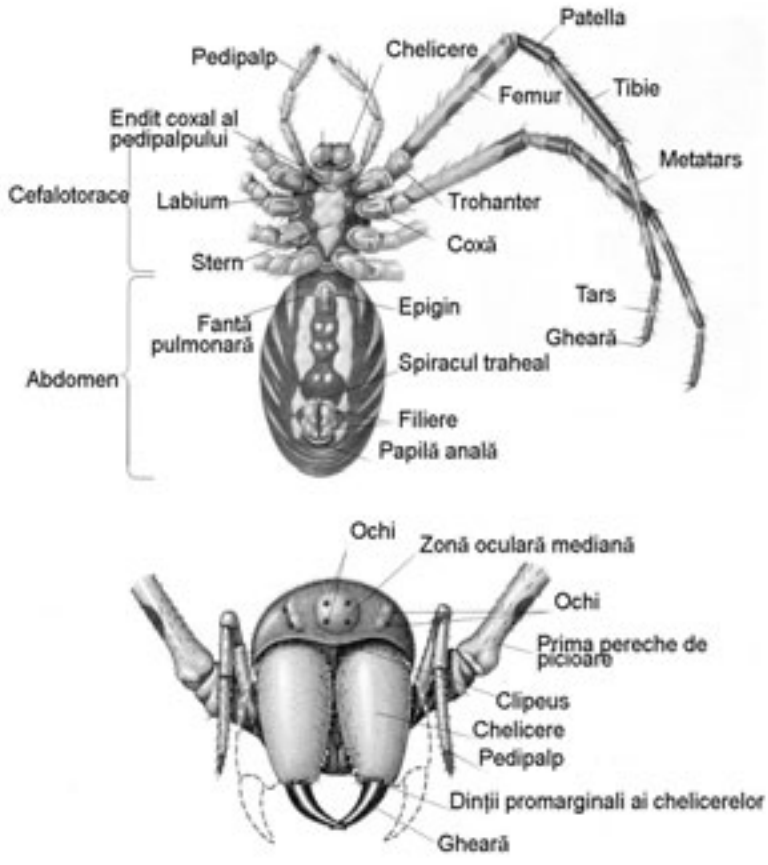


Figura 10.9. Morfologia externă la aranee (după Hickman, 1997)

Scleroproteina din care se formează firul de mătase este eliminată sub forma unui lichid care se întăreşte în contact cu aerul. S-a constatat că firul de mătase al păianjenilor este mai rezistent decât un fir de oțel de acelaşi diametru şi se poate compara doar cu firele de cuarț. Firul se întinde cu o cincime din lungimea sa înainte de a se rupe. Păianjenii produc mai multe tipuri de mătase: pentru confecționarea plasei în care este capturată prada, pentru căptuşirea adăposturilor, pentru depunerea pe substrat a unui strat sigur care întrerupe căderea, pentru împachetarea ouălor în capsule, pentru construirea punților, a firelor de avertizare, a firelor de năpârlire, a discurilor de fixare, a plasei creşei. Firele de mătase au permis răspândirea păianjenilor la altitudini foarte mari pe distanțe de sute de kilometri.

Nu toți păianjenii confecționează plase pentru capturarea prăzii. Păianjenii lupi, păianjenii săritori sau păianjenii pescari vânează sau capturează prada.

Păianjenii respiră prin plămâni, trahei sau prin ambele tipuri de structuri.

Excreția se realizează printr-un sistem de tuburi excretoare Malpighi. Ionii de potasiu alături de alți soluți şi de deşeuri se elimină în tuburi care drenează urina în intestin. Celulele resorbtive recuperează cea mai mare parte a potasiului şi a apei, organismul eliminând în exterior acid uric. Excreția se realizează de asemenea prin nefridii modificate, denumite **glande coxale**, care se deschid la nivelul coxelor sau la baza primei şi a celei de a treia perechi de picioare locomotoare.

Majoritatea păianjenilor se hrănesc cu artropode pe care le vânează sau le capturează în plasă. Tarantulele sau păianjenii- pasăre se hrănesc cu vertebrate mici.

Păianjenii îşi muşcă prada pentru a o paraliza şi uneori o împachetează în mătase. Înțeapă peretele corpului prăzii şi injectează enzimele. Stomacul aspiră apoi prada predigerată.

De obicei veninul păianjenilor este inofensiv pentru om. Veninul secretat de văduva neagră (*Latrodectus*) şi de pustnicul brun (*Loxosceles*) reprezintă excepții, fiind extrem de toxic pentru om. Veninul lor este neurotoxic, acționând asupra sistemului nervos sau are efect hemolitic, producând moartea țesuturilor care înconjoară zona lezată. Muşcăturile sunt mortale pentru om în proporție de 4-5/1000. Specii periculoase prin agresivitatea lor, aparțin genului *Atrax* din Australia sau *Phoneutria* din America Centrală şi de Sud. Veninul lor provoacă dureri, efecte neurotoxice, transpirație, priapism, paralizie, spasme respiratorii şi efecte histaminice.

Reproducerea păianjenilor implică comportamente complexe care uzează de semnale vizuale, chimice, tactile. Femelele acumulează feromoni pe care îi depun pe pânză sau pe corp pentru a atrage masculii. Feromonii sunt produşi chimici pe care un individ îi eliberează în mediu pentru a modifica comportamentul altui individ din aceeaşi specie. Un mascul atrage o femelă prin scuturarea plasei acesteia. Modul de mişcare al plasei este specie specific şi ajută la identificarea şi localizarea masculului, prevenind transformarea lui într-o eventuală pradă. Vârful pedipalpilor masculilor este prevăzut cu un duct ejaculator şi cu o structură de acuplare, denumită **embolus**. Lichidului spermatic este depus pe o mică plasă de pe care masculul colectează sperma cu ajutorul pedipalpilor. În cursul împerecherii pedipalpii se încarcă cu sânge, embolusul este introdus în orificiul genital femel şi descarcă lichidul spermatic. Femela depune până la 3000 de ouă într-o capsulă de mătase pe care o sigilează ulterior, o ataşează de fire de mătase, o plasează într-un loc retras sau o poartă cu ea (Figura 10.10).

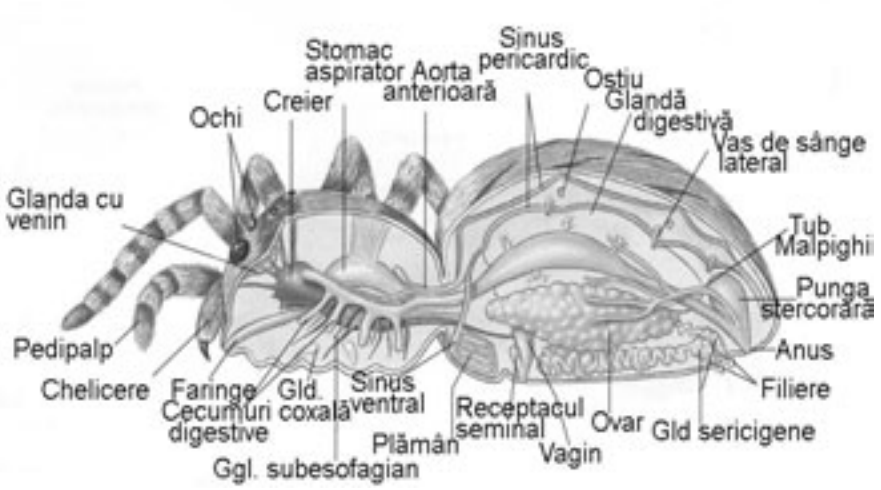


Figura 10.10. Organizarea internă la Araneae (după Hickman , 2004)

Ordinul Opiliones

Corpul acestor arahnide are aspect ovoid, opistosoma segmentată la exterior fuzionând cu prosoma. Un aspect caracteristic au picioarele locomotoare care sunt deosebit de lungi şi subțiri.

Glande odorante se deschid pe cefalotorace, îndepărtând anumiți prădători. Au un

regim alimentar omnivor. Se hrănesc cu material vegetal sau animal foarte diversificat. Alte specii sunt strict prădătoare, sfâşiindu-şi prada cu ajutorul pedipalpilor.

Digestia este deopotrivă externă şi internă.

Transferul spermatozoizilor este direct, cu ajutorul unei structuri asemănătoare unui penis. Femelele au un ovipozitor tubular care proemină dintr-o teacă, în momentul depunerii ouălor. Ele depun sute de ouă pe sol în locuri umede (Figura. 10.11.)

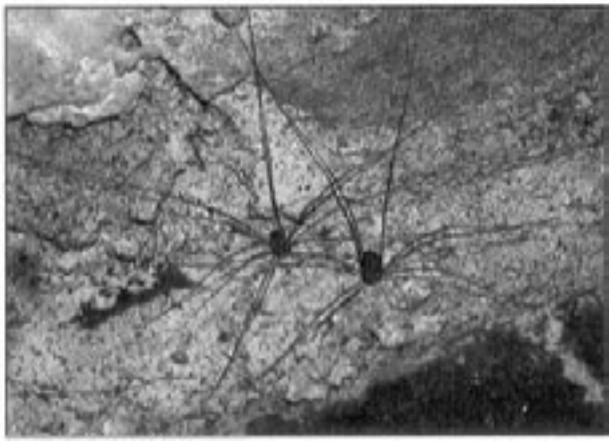


Figura 10. 11. Ordinul Opiliones, *Mitopus sp.*

Figura 10.12. Ordinul Acarina, *Ixodes scapularis* (după Miller-Harley, 2005)

Ordinul Acarina

Este format, în general, din specii ectoparazite la om şi animale domestice. Cu toate că au fost descrise 40 000 de specii, numărul estimat se ridică la 500 000-1 000 000. Altele sunt libere în mediul terestru sau acvatic şi sunt considerate arahnidele cu cel mai mare impact asupra sănătății şi bunăstării omului.

Prosoma şi opistosoma sunt fuzionate şi acoperite, pe partea dorsală, de o carapace unică. O proiecție anterioară, denumită **capitulum**, poartă piesele bucale. Chelicerele şi pedipalpii sunt specializați pentru: înțepat, muşcat, ancorat şi supt. Pe partea ventrală, bazele pedipalpilor fuzionează pentru a forma **hipostomul**. Rostrul se prelungeşte dorsal, deasupra gurii.

În stadiul de adult prezintă patru perechi de apendice locomotoare.

Majoritatea acarienilor transferă sperma direct, anumite specii folosesc însă spermatofori.

Din ou eclozează o larvă hexapodă. Majoritatea speciilor acvatice sunt întâlnite în ape dulci şi, în mai mică măsură, în mediul marin. Speciile libere sunt ierbivore, provocând pagube plantelor ornamentale sau agricole, alte specii sunt saprofite, comune în sol sau litieră. Numeroase specii duc o viață parazită, hrănindu-se cu flori, fructe uscate, fân, brânză şi blana animalelor. Formele parazite nu stau permanent pe corpul gazdei lor, ci se hrănesc câteva ore sau zile, apoi cad pe pământ. *Trombicula*, de exemplu este parazit doar pe durata unuia dintre stadiile sale larvare, pe toate grupele de vertebrate terestre. Larva produce leziuni la nivelul tegumentului gazdei, aspirând lichidul rezultat prin dizolvarea celulelor tegumentare. Provoacă inflamații locale şi prurit la locul muşcăturii. Apoi părăseşte gazda, năpârleşte şi se transformă în nimfă. La rândul lor nimfele năpârlesc şi se transformă în adulți. Atât nimfele cât şi adulții consumă ouăle insectelor.

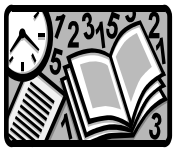
Câteva specii sunt permanent ectoparazite: *Demodex folliculorum* este frecvent în foliculii piloşi, *Sarcoptes scabiei* produce râia sau scabia. Parazitul sapă tunele în epidermă, unde femelele depun aproximativ 20 de ouă, zilnic. Secrețiile elaborate de parazit irită pielea, provocând un prurit puternic. Boala este contagioasă, declanşându-se prin contact cu persoane bolnave.

Căpuşele sunt ectoparazite pe întreaga durată a vieții lor. Măsoară până la 3 cm lungime, piesele bucale, sub formă de cârlige, sunt folosite pentru ataşarea de corpul gazdei şi pentru hrănirea cu sânge. Femelele, al căror corp este mai puțin sclerotizat

decât cel al masculilor, cresc în dimensiuni atunci când consumă sânge.

Copulația are loc pe corpul gazdei. După hrănire, femelele cad pe pământ pentru a depune ouă din care eclozează larve prevăzute cu trei perechi de apendici locomotori. Larvele se hrănesc cu sânge şi cad pe pământ pentru fiecare năpârlire. Unele specii transmit boli la om şi animale.

Dermacentor andersoni transmite bacteria care provoacă febra pătată Rocky Mountain şi tularemia, *Ixodes scapularis* transmite bacteria care provoacă boala Lyme (Figura 10.12.).



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 306.

TESTE DE AUTOEVALUARE

13. În ce zonă a corpului sunt adăpostite glandele veninoase ale scorpionilor şi păianjenilor?

14. Ce caractere morfologice sunt folosite în sistematica arahnidelor?

15. Definiți pieptenii, filierele şi glandele sericigene şi precizați grupul la care ați identificat aceste structuri.

16. Ce caractere morfologice vă ajută în identificarea opilionilor?

17. Dați trei exemple de specii de acarieni permanent parazite.

10.2.2.3. Clasa Pycnogonida

Cuprinde specii care au abdomenul redus, lipsit structuri respiratorii sau excretoare speciale. Somitele sunt duplicate la anumite grupuri, încât prezintă cinci sau şase perechi de picioare în loc de patru perechi, caracteristice arahnidelor. Masculii unor specii poartă o pereche de picioare, denumite **ovigere**, absente la femele, care susțin ouăle în curs de dezvoltare.

Gura, cu care animalul aspiră fluidele cnidarilor, ectoproctelor şi ale altor prăzi cu corp moale, este situată la capătul unui proboscis. Alte specii sfâşie prada cu prima lor pereche de apendice denumite **chelifore**. Din cauza dimensiunii reduse a corpului, sistemul digestiv trimite ramuri în picioare şi gonade.

Prezintă patru până la şase perechi de apendice locomotoare. Sunt animale comune în toate mările şi oceanele, mai ales în ape calde, cunoscute cu denumirea de păianjeni de mare. Exemplu: *Pycnogonum,* trăieşte pe coastele Oceanului Atlantic şi Pacific, are picioare relativ scurte şi grele; *Nymphon,* cel mai numeros gen de picnogonide, este înregistrat cu peste 200 de specii, răspândite până la adâncimi de 6 800 m în toate mările, cu excepția Mării Negre şi a Mării Baltice.

Au sexe separate, gonade în formă de U cu ramuri prelungite în fiecare picior. Porii genitali se deschid pe una dintre perechile de picioare. Pe măsură ce femela depune ovocitele, masculul le fecundează, ouăle fecundate fiind cimentate în mase sferice şi ataşate de **ovigerele** masculului, pe care se dezvoltă până în momentul ecloziunii (Figura 10.13.).

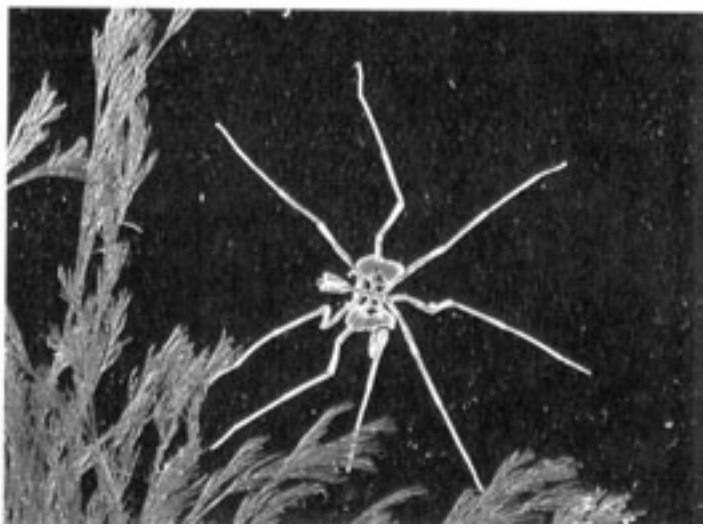


Figura 10.13. Clasa Pycnogonida, *Nymphon gracile*
(după Miller-Harley, 2005)

10.2.3. Subphylum Crustacea

Majoritatea reprezentanților acestui taxon sunt acvatici, cu excepția isopodelor şi a unor crabi care populează mediul terestru.

Corpul lor este format în general din 16-20 de somite, dar se cunosc şi forme cu 60 de somite sau chiar mai multe. Un număr mare de somite indică primitivitatea grupului.

Capul este prevăzut cu două perechi de antene, o pereche de mandibule şi două perechi de maxile. Apendicele sunt de tip biramat, fiecare fiind alcătuit dintr-un segment bazal, denumit **protopodit** cu două ramuri, (**procese distale**), care dau apendicelui forma de Y. Ramura medială se numeşte **endopodit** şi cea laterală, **exopodit**. Trilobiții au prezentat structuri similare, ceea ce dovedeşte că au fost strâns înrudiți cu strămoşii crustaceilor.

10.2.3.1. Clasa Remipedia

Este alcătuită din specii de crustacei ai bazinului caraibian, Oceanului Indian, Insulelor Canare şi Australiei.

Corpul este alcătuit din 30 de segmente echipate uniform cu apendice biramate (Figura 10.14).

10.2.3.2. Clasa Cephalocarida

Cuprinde crustacei marini de dimensiuni reduse, aproximativ 3mm, cu apendice foliacee triramate, uniforme (Figura 10.14).

10.2.3.3. Clasa Branchiopoda

(Gr. *branchio*, branhie+ *podos*, picior). Este alcătuită din reprezentanți al căror corp este prevăzut cu apendice aplatizate foliacee, folosite în respirație, filtrarea hranei şi locomoție.

În general sunt răspândite în ape dulci.

Speciile **Ordinului Anostraca** trăiesc în bazine temporare, formate de ploi sau prin dezgheț. Când femela moare şi bazinul acvatic începe să sece, embrionii, adăpostiți într-o capsulă rezistentă, intră într-o stare dormindă. Embrionii rămân pe substratul secat până în primăvara următoare, când bazinul se umple din nou şi apar naupliile. Embrionii se pot răspândi cu ajutorul animalelor, vântului sau curenților de apă. Ciclul lor de viață scurt şi nesigur este o adaptare la viața în bazine care seacă periodic. Vulnerabilitatea acestor crustacei lipsiți de apărare, slab înotători, explică răspândirea lor în bazine acvatice temporare, care conțin puțini prădători.

Membrii **Ordinului Cladocera** au corpul protejat de o carapace şi înoată cu ajutorul perechii a doua de antene prin mişcări convulsive.

Femelele se reproduc primăvara şi vara, partenogenetic (fără fecundație), populând rapid bazinele dulcicole. Ouăle se dezvoltă într-o capsulă, sub carapace. La următoarea năpârlire capsula este eliberată şi fie plutesc, fie cad la fundul bazinului acvatic. Partenogeneza, proces care permite dezvoltarea masculilor din ouă nefecundate, apare ca răspuns la scăderea temperaturii, modificarea fotoperioadei sau scăderea rezervelor nutritive.

Prin reproducere sexuată apar ouă rezistente, **ouă de iarnă** din care primăvara, eclozează larve (Figura 10.14.).

10.2.3.4. Clasa Malacostraca

(Gr. *malakos,* moale+ *ostreion*, scut)

Până în prezent este considerat cel mai numeros grup de crustacei, Ordinul Decapoda având cea mai bună reprezentare.

Morfologie

Corpul s-a diferențiat în două regiuni (Figura 10.15.):

- **cefalotorace,** rezultat din fuziunea capului cu toracele. Capul a provenit din cinci somite, (segmente hrănitoare), prelungite anterior cu un rostru nesegmentat. Toracele este alcătuit din opt somite (segmentele locomotoare). Exoscheletul cefalotoracelui acoperă părțile laterale şi ventrale pentru a forma o carapace ca un scut.
- **abdomenul**, situat posterior cefalotoracelui, a rezultat din fuziunea a şase
- somite şi adăposteşte viscerele. Această regiune îndeplineşte rol locomotor şi la raci ia forma unei cozi musculare.

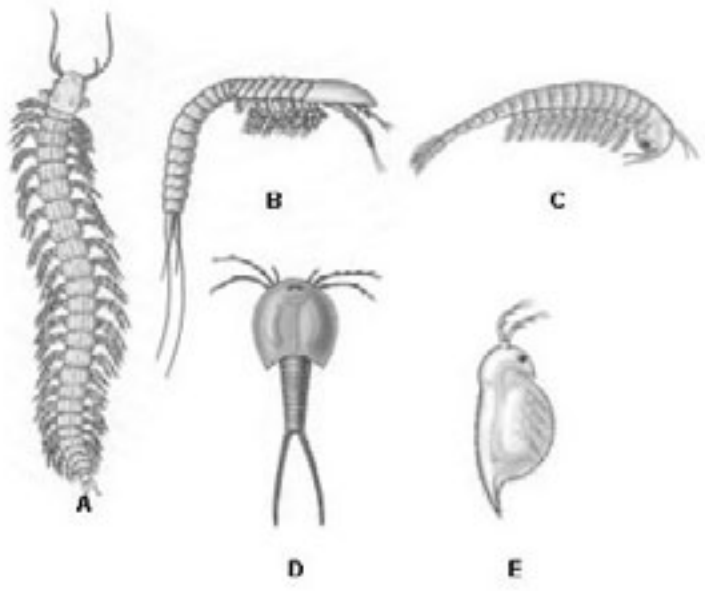


Figura 10.14. A-Remipedia;B-Cephalocarida;C-Clasa Branhiopoda-Ordinul Anostraca; D- Ordinul Notostraca; E- Subordinul Cladocera (după Hickman şi colab., 2004)

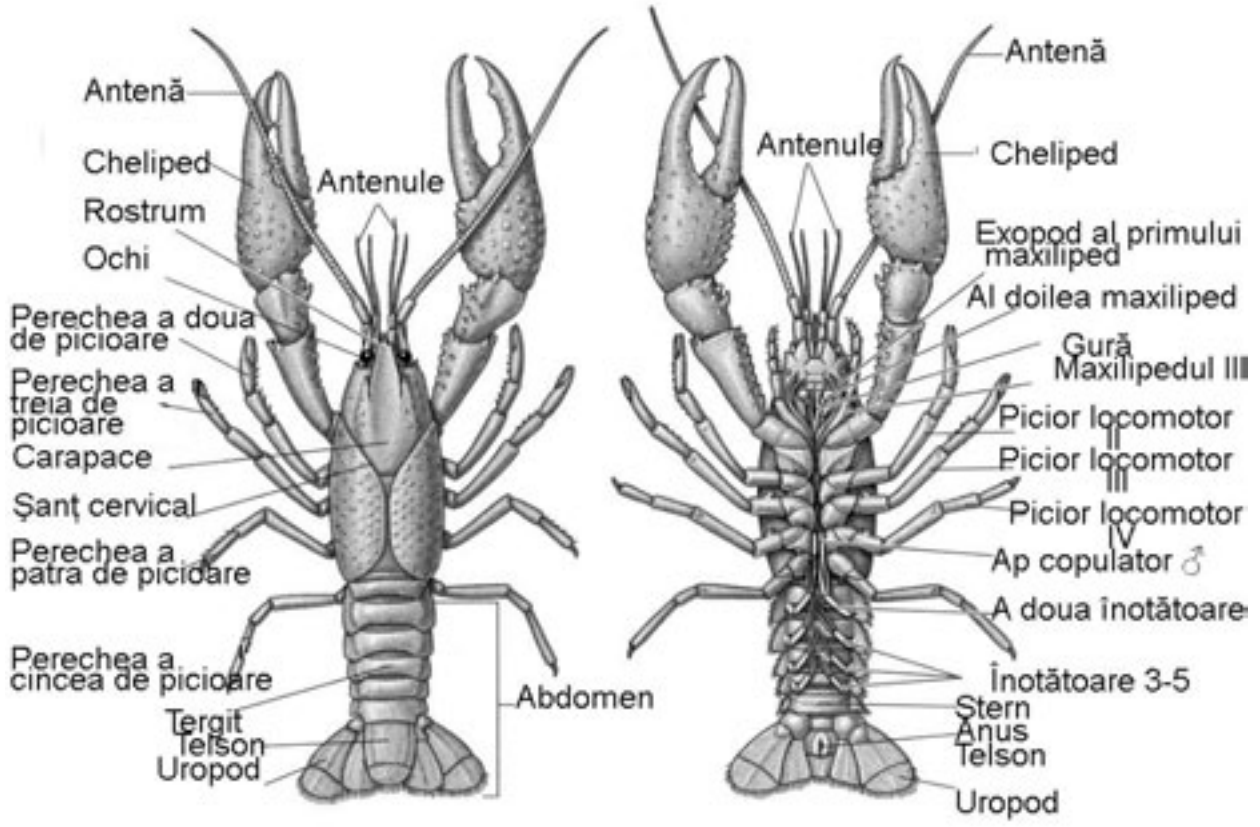


Figura 10.15. Morfologia externă la *Astacus leptodactylus* (după Hickman şi colab., 2004)

La nivelul ambelor regiuni se articulează apendice pereche. După funcția pentru care s-au specializat, apendicele sunt senzoriale, locomotoare şi masticatore.

- Primele două perechi sunt antena I şi II.

- Urmează trei perechi de apendice care înconjoară gura (perechea a treia **mandibule** are rol în mestecat şi sfărâmat, perechile a patra şi a cincea, **maxile,** sunt folosite pentru manipularea hranei). Perechea a doua de maxile poartă o branhie şi o structură subțire, asemănătoare unei lame, denumită **scafognatit,** care înlesneşte circulația apei peste branhii.

- Perechile VI-VIII denumite **maxilipede**, se articulează la nivelul toracelui şi sunt apendice senzoriale secundare, dar şi cu rol în manipularea hranei. Perechile de apendice VII-VIII poartă de asemenea branhii.

- Apendicele IX-XIII, toracice, denumite **pereiopode**, sunt locomotoare. Dintre acestea, prima pereche, **chelipede,** este bine dezvoltată, pensele sale fiind folosite pentru apărare şi capturarea hranei.

- Toate apendicele abdominale, cu excepția ultimei perechi, poartă denumirea de **pleopode** şi sunt folosite pentru înot. La femelele, ouăle în curs de dezvoltare se ataşează de pleopode. De asemenea, la masculi primele două perechi de pleopode sunt modificate în **gonopode,** folosite pentru transferul lichidului spermatic, în cursul copulației.
- Abdomenul se termină cu o expansiune mediană, denumită **telson**, la nivelul căreia se deschide anusul. Telsonul este flancat bilateral de apendice aplatizate biramate ale ultimului segment abdominal, denumite **uropode**. Telsonul împreună cu uropodele formează o înotătoare codală cu rol locomotor şi de apărare.

Fiecare segment este acoperit pe partea dorsală de o placă cuticulară, denumită **tergum**, o bară ventrală, **sternum,** situată între apendicele segmentare (Figura 10.16.).

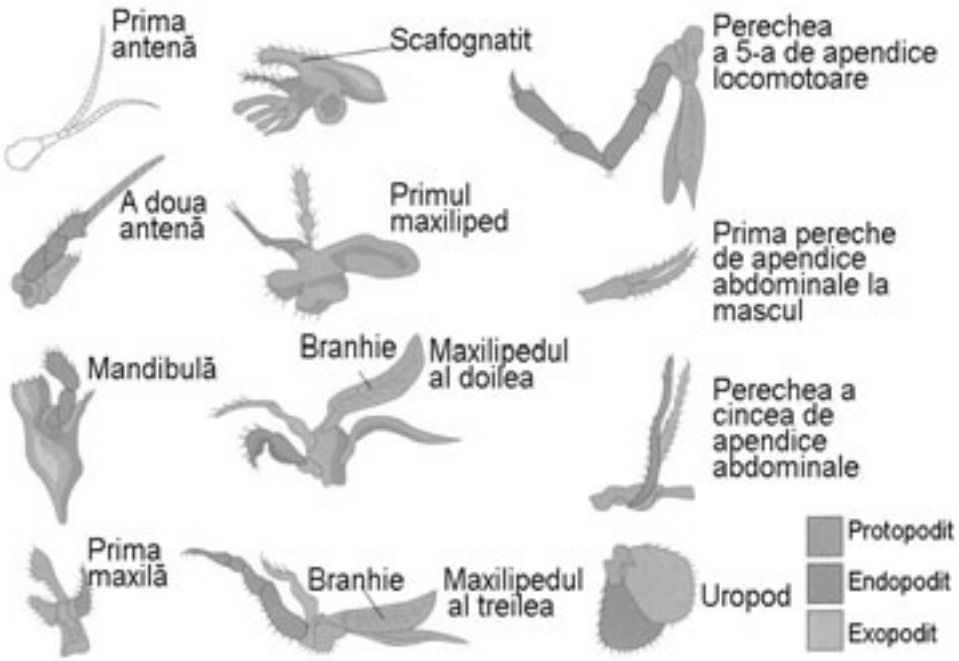
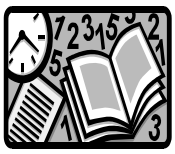


Figura10.16. Structura apendicelor la *Astacus leptodactylus* (după Miller-Harley, 2005)

Cavitatea corpului artropodelor nu este un celom, ci un hemocel plin cu sânge. În cursul dezvoltării embrionare se deschid cavități celomice vestigiale în mezodermul unor somite. Acestea sunt curând desființate sau se continuă cu spațiul dintre structurile mezodermice, ectodermice şi vitelus. Acest spațiu devine hemocel şi nu este căptuşit cu peritoneu mezodermic. Singurele compartimente celomice la crustacei sunt sacii terminali ai organelor excretoare şi spațiul din jurul gonadelor.

Musculatura Abdomenul prezintă muşchi flexori puternici folosiți în apărare când animalul înoată înapoi cu viteză.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar.
Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 306.

TESTE DE AUTOEVALUARE

18. Precizați trei funcții îndeplinite de apendicele branhiopodelor.

19. Definiți partenogeneza şi explicați importanța pentru supraviețuirea cladocerelor.

20. Completați spațiile libere din text cu termenii corespunzători. Corpul malacostraceilor este format din___a___, rezultat din fuziunea capului şi toracelui şi __b__. Capul s-a format din__c__ somite, toracele este alcătuit din __d__ somite şi abdomenul din __e__ somite.

21. Precizați funcțiile apendicelor malacostraceilor.

22. Dați exemple de apendice folosite în hrănire.

23. Apendicele toracice ale malacostraceilor se numesc__a__, apendicele abdominale se numesc__b__.

Sistemul digestiv

Intestinul anterior cuprinde un stomac dilatat, cu o regiune trituratoare. Glanda digestivă secretă enzime şi absoarbe produşii de digestie. Stomacul se continuă cu intestinal, deschis la exterior prin anus.

Stomacul unor specii de crustacei este format din două regiuni: o **moară gastrică** în care hrana deja sfâşiată de mandibule**,** este măcinată de trei dinți calcaroşi în particule fine şi **stomacul piloric,** în care pătrund particule alimentare, după o filtrare prealabilă. (Figura. 10.17.).

Extremitatea posterioară a intestinului are un rol important în reglarea nivelului apei şi sărurilor din organism.

Se hrănesc cu alte nevertebrate, material vegetal, animale moarte.

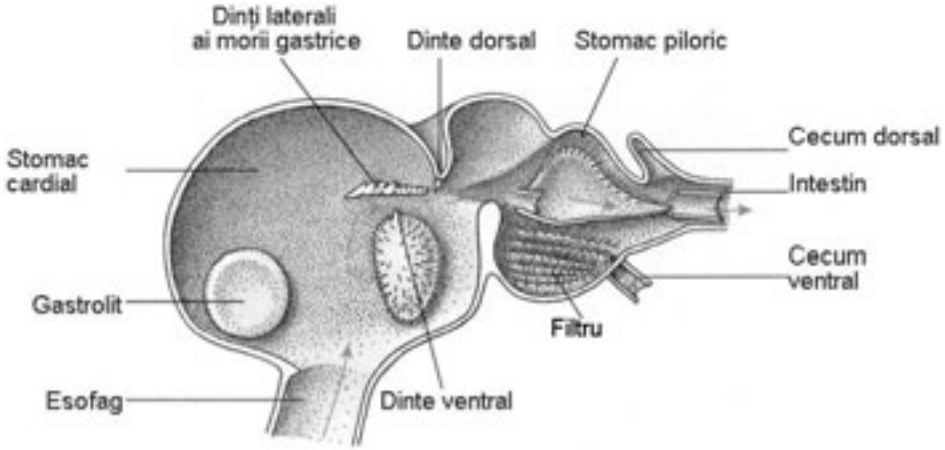


Figura. 23.17. Structura stomacului la malacostracei (după Hickman şi colab., 2004)

Sistemul respirator

Branhiile fixate la baza unor apendice cefalotoracice, sunt plasate în camera branhială, într-un spațiu cuprins între carapace şi peretele lateral al corpului. Bătaia scafognatitului celei de a doua perechi de

maxile antrenează apa anterior, prin camera branhială. Au loc schimburile de oxigen şi dioxid de carbon între sânge şi apă, la nivelul suprafețelor branhiale. Pigmentul respirator, **hemocianina,** transportă oxigenul în plasma sanguină.

Schimbul de gaze, la crustaceii mărunți, are loc la nivelul zonelor mai subțiri ale cuticulei sau ale întregului corp. Crustaceii de talie mare au branhii, delicate ca nişte proiecții penate cu o cuticulă subțire. La decapode, marginile carapacei închid cavitatea branhială cu excepția părților anterioară şi ventrală. (Figura10.18.).

Sistem circulator

Din sinusul pericardial, hemolimfa pătrunde în inimă, printr-o pereche de ostii cu valve, care împiedică întoarcerea în sinus. De la inima unicameralã, alcătuită din muşchi striați, pleacă artere dorsale, anterioară şi posterioară, care se ramifică, vărsând sângele în sinusurile hemocelului. Hemolimfa poate coagula datorită unor celule amiboide, care eliberează coagulant, asemănător trombinei.

Sângele, ajuns la inimă, este colectat într-un sinus ventral, pătrunde în branhii, înainte de a se întoarce în sinusul pericardial, care înconjoară inima.

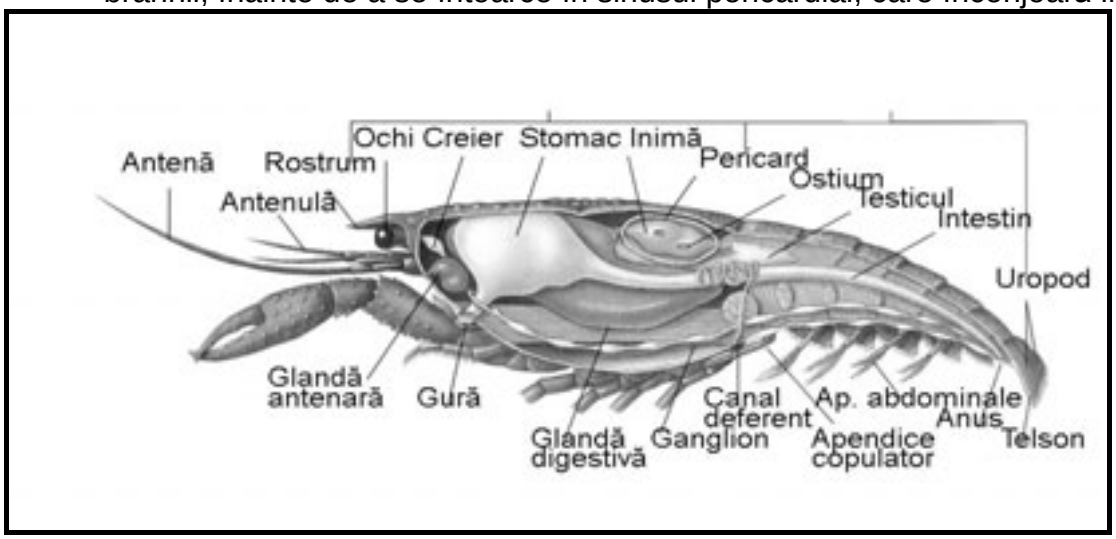


Figura. 10.18. Organizarea internă la *Astacus leptodactylus* (după Hickman şi colab.2004)

Sistemul nervos

Sistemul nervos este asemănător celui descris la anelide şi arahnide; ganglionar scalariform, ventral, cu tendința mai accentuată de fuziune a ganglionilor.

Crustaceii evoluați prezintă **tendința de centralizare** şi **cefalizare a sistemului nervos**.

Ganglionii supraesofagieni şi subesofagieni primesc informații de la receptorii situați în regiunea capului şi controlează apendicele cefalice.

Nervii ventrali şi ganglionii segmentari fuzionează.

Neuronii uriaşi din cordonul ventral intervin în răspunsurile de apărare. Când răspunsurile nervoase sunt conduse posterior, prin fibrele nervoase uriaşe, muşchii flexori abdominali se contractă alternativ cu muşchii extensori, mai slabi, determinând flexia abdomenului şi apoi extensia sa. Telsonul şi uropodele propulsează animalul posterior.

Organe de simț:

- **antene**
- **ochi**

Ochii, alcătuiți din 25 –14 000 de unități individuale, denumite **omatidii ,** sunt plasați la nivelul unor pedunculi mobili.

Stadiile larvare ale crustaceilor prezintă un singur fotoreceptor median, alcătuit din câteva sensile. Aceşti ochi simpli, denumiți **oceli,** permit formei larvare să se orienteze sau să se îndepărteze de lumină, dar nu formează imagini. În general larvele sunt planctonice şi îşi folosesc ocelii pentru a se orienta spre suprafața apei.

Între omatidiile adiacente se găsesc celule cu pigment negru. Modul de răspândire al pigmentului într-un ochi compus permite ajustarea cantității de lumină. Există trei seturi de celule pigmentare în fiecare omatidie: celule retiniene distale, proximale şi reflectorizante.

Pentru adaptarea la lumină puternică sau la lumina zilei, pigmentul celulelor retiniene distale se deplasează în interior, întâlneşte pigmentul celulelor retiniene proximale, deplasat spre exterior, aşa încât se formează în jurul fiecărei omatidii un strat complet de pigment. Doar razele care lovesc direct corneea ating fotoreceptorul.

La lumină slabă, pigmenții celulelor distale şi proximale se separă încât razele de lumină, cu ajutorul celulelor pigmentare reflectorizante, au şansa de a se răspândi spre omatidiile adiacente şi de a forma o imagine continuă sau suprapusă (Figura. 10.19.).

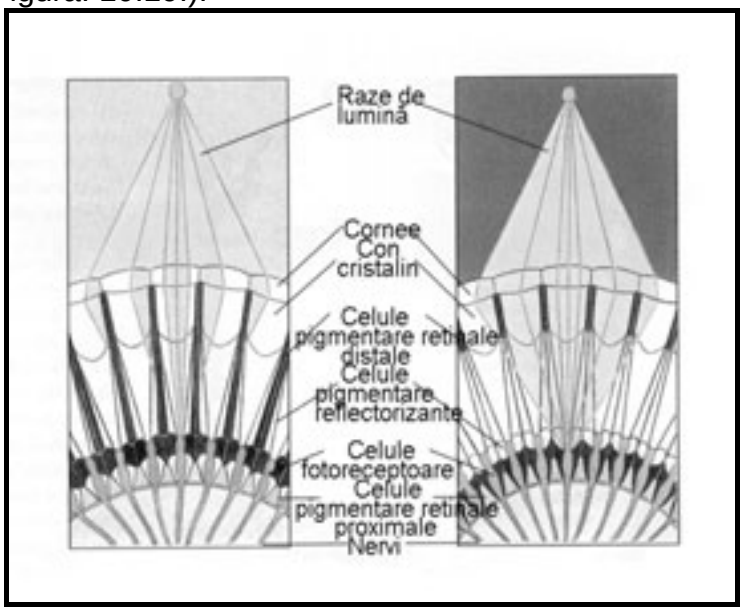


Figura 10.19. Răspândirea pigmentului în omatidii, în funcție de intensitatea luminii (după Hickman şi colab., 2004)

- **statocişti**

La baza primei perechi de antene există o singură pereche de statocişti. Statocistul reprezintă o invaginație a exoscheletului care conține peri şi un grup de granule de nisip denumite **statoliți**. În timpul mişcării, prin deplasarea statoliților sunt atinşi perii. Statociştii furnizează informații privind mişcarea şi orientarea. Pentru că este o structură cuticulară, statocistul este înlocuit la fiecare năpârlire. Nisipul este încorporat în statocist când crustaceul stă îngropat în nisip.

Alți receptori implicați în menținerea echilibrului, balansului şi poziției sunt receptorii tactili de pe apendici şi articulații.

- **chemoreceptori**

Receptorii chimici sunt larg răspândiți pe apendice şi pe cap. Perii care acoperă piesele bucale şi antenele sunt chemoreceptori folosiți în sortarea hranei şi detectarea feromonilor.

- **proprioceptori**
- **peri tactili**

Sistemul endocrin

Sistemul endocrin controlează năpârlirea, determinismul sexual, schimbarea culorii.

Glandele endocrine secretă hormoni în sânge, inducând răspunsuri în anumite țesuturi țintă. Funcțiile endocrine sunt strâns legate de funcțiile nervoase.

Structurile nervoase care produc şi eliberează hormoni sunt denumite neurosecretoare. Dintre acestea amintim:

- **Organele X** sunt structuri neurosecretoare din pedunculii oftalmici ai racului.
- Fiecărui organ X îi este asociată o **glandă a sinusului** care acumulează şi eliberează secrețiile organului X.
- **Organele Y**, neasociate direct cu țesutul nervos, sunt situate aproape de baza maxilelor.

Atât organul X cât şi Y controlează năpârlirea.

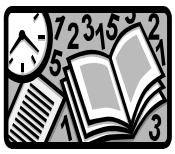
Organul X produce **hormonul inhibitor al năpârlirii,** în timp ce glanda sinusului îl eliberează. Ținta acestui hormon este organul Y. Atât timp cât hormonul inhibitor al năpârlirii este prezent, organul Y este inactiv.

Anumiți factori cum sunt: starea nutrițională, temperatura, fotoperioada, împiedică eliberarea hormonului inhibitor al năpârlirii, determinând eliberarea **ecdizonului**, de către organul Y, hormon care declanşează năpârlirea.

Au fost descrişi şi alți hormoni care facilitează năpârlirea, de exemplu **factorul accelerator al năpârlirii**.

- **Glandele androgene** din cefalotoracele masculilor promovează dezvoltarea testiculelor şi apariția caracterelor secundare, de exemplu gonopodele. Prin îndepărtarea glandelor androgene ale masculilor, apar caractere sexuale femele. Dacă glandele androgene sunt implantate experimental femelelor, acestea dezvoltă testicule şi gonopode.

Este posibil ca pe cale hormonală să fie controlate şi alte funcții: dezvoltarea structurilor de susținere a pontei, ca răspuns la acțiunea hormonilor ovarieni, reglarea sezonieră a funcțiilor ovariene, reglarea ritmului cardiac, modificarea culorii corpului prin hormonii pedunculilor oftalmici. S-a constatat că îndepărtarea pedunculilor oftalmici accelerează năpârlirea şi împiedică modificarea culorii corpului.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 306.

TESTE DE AUTOEVALUARE

24. Cum se numeşte pigmentul respirator al crustaceilor?
25. Ce pigmenți respiratori ați întâlnit la alte nevertebrate?
26. Ce categorii de celule sunt implicate în mecanismul de adaptare la lumină şi întuneric al omatidiei?
27. Enumerați trei organe neurosecretoare ale crustaceilor.
28. Precizați funcțiile îndeplinite de sistemul neuroendocrin.
29. Cum se numeşte hormonal năpârlirii?

Sistemul excretor

Organele excretoare sunt **glandele verzi** sau antenare, situate la baza perechii a doua de antene. (Figura.10.20.)

Sacul terminal al glandei antenare, derivat din compartimentul celomic embrionar, constă dintr-o mică veziculă, **sacul** şi o masă spongioasă denumită **labirint**.

Labirintul se conectează printr-un tubul excretor la o veziculă dorsală care se deschide la exterior printr-un por pe suprafața ventrală a segmentului bazal al antenei.

Presiunea hidrostatică din hemocel asigură forța de filtrare a fluidului în sacul terminal. Pe măsură ce filtratul trece prin tubul excretor şi vezică, conținutul său se modifică prin reabsorbția sărurilor, aminoacizilor, glucozei şi apei şi este excretat, în final, sub formă de urină.

Excreția **deşeurilor azotate**, în general sub formă de **amoniac**, are loc prin difuzie, la nivelul zonelor subțiri ale cuticulei, în special a branhiilor. Pierderea prin urină a ionilor de sodiu şi clor, este compensată de absorbția activă a sărurilor dizolvate la nivelul branhiilor.

Organele de excreție ajustează conținutul de săruri al hemolimfei prin modificări selective ale nivelului sărurilor din urina tubulară. Urina rămâne izoosmotică în raport cu sângele.

La alte specii de crustacei există **glande maxilare**, situate la baza perechii a doua de maxile. Acestea se aseamănă din punct de vedere structural cu glandele coxale ale arahnidelor şi probabil au origine evolutivă comună. Produşii de excreție se formează prin filtrarea sângelui. Ionii, hidrații de carbon şi aminoacizii sunt reabsorbiți în tubul, înainte ca urina diluată să fie excretată.

Asemenea majorității animalelor acvatice, crustaceii elimină amoniac, ca produs primar de excreție, care difuzează prin părțile subțiri ale exoscheletului. Chiar dacă este toxic, amoniacul este solubil în apă şi se diluează rapid.

Toți crustaceii dulcicoli se confruntă cu influxul de apă şi pierderea de ioni. Eliminarea excesului de apă şi reabsorbția ionilor devin funcții extrem de importante.

De asemenea suprafețele branhiilor sunt importante în excreția amoniacului şi în osmoreglare.

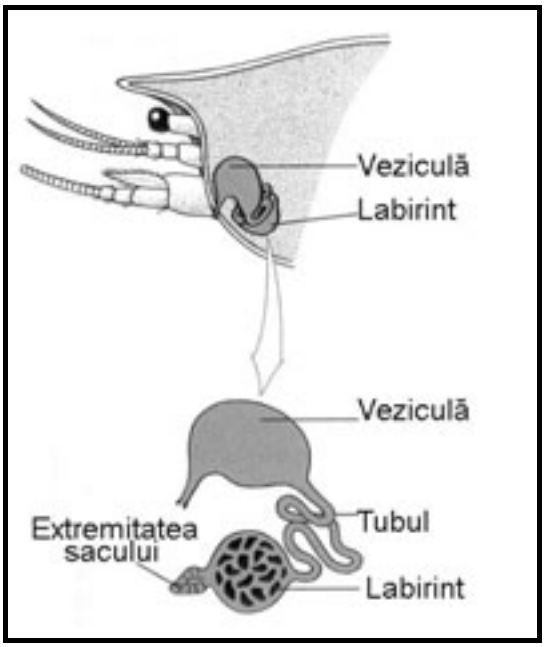


Figura 10.20. Structura glandei antenare a crustaceilor (după Hickman şi colab., 2004)

Reproducerea

Crustaceii au în general sexe separate, gonadele fiind situate în partea dorsală a toracelui. Cirripedele sunt hermafrodite şi au fecundație încrucişată.

La unele specii de ostracode, reproducerea se realizează prin partenogeneză. Conductele genitale femele se deschid la baza perechii a III-a de pereiopode, iar cele masculine se deschid la baza perechii a V-a de pereiopode.

Împerecherea se desfăşoară după ce femela a năpârlit. Masculul răstoarnă femela pe spate şi depune spermatozoizii neflagelați în apropierea orificiilor gonoductelor. După copulație, se produce fecundația, pe măsura depunerii ovulelor.

Naupliul reprezintă stadiul larvar cel mai frecvent întâlnit la crustacei, prevăzut cu trei perechi de apendice: o pereche de antene uniramate, antene biramate, mandibule biramate. Toate funcționează în acest stadiu ca apendice înnotătoare. Prin mişcările apendicelor abdominale este asigurată aerarea ouălor.

Dezvoltarea este directă, din ouă eclozând pui asemănători adulților.

Crabii şi alte specii înrudite au un al doilea stadiu larvar, denumit **zoea**. Când sunt prezente toate caracteristicile adultului, cu excepția maturității sexuale, crabul imatur se numeşte **postlarvă**.

Ordinul Isopoda

Cuprinde crustacei acvatici sau tereştri, saprofiți care se hrănesc cu material organic vegetal sau animal în descompunere. Unele specii aderă şi se hrănesc pe corpul altor animale.

Corpul lor este aplatizat dorso-ventral, lipsit de carapace, prevăzut cu ochi compuşi, sesili.

Maxilipedele reprezintă prima pereche de apendice toracice. Celorlalte apendice toracice le lipsesc exopoditele şi sunt asemănătoare.

Apendicele abdominale prevăzute cu branhii sunt asemănătoare între ele cu excepția uropodelor.

Formele terestre comune sunt: *Porcellio*, *Armadillium* care trăiesc în locuri umede, pe sub pietre, buşteni şi frunze (Figura 10.21.).

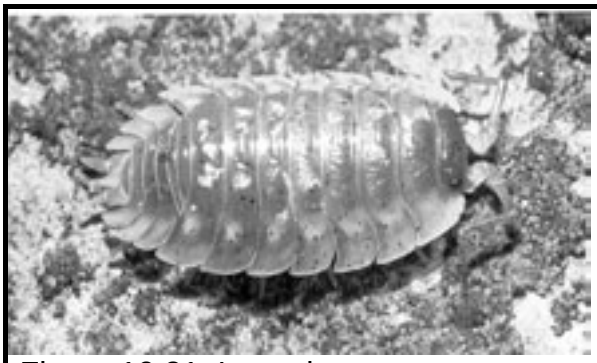


Figura 10.21. Izopod terestru

Figura 10.22 *Orchestoidea californiana*

Ordinul Amphipoda

Cuprinde reprezentanți cu corpul comprimat lateral care se deplasează pe substrat prin târâre sau înot cu ajutorul părților lor laterale.

Alte specii sunt adaptate pentru săpat, cățărat sau sărit.

Seamănă cu izopodele, prin absența carapacei, au ochi sesili compuşi şi o pereche de maxilipede. Branhiile ocupă poziție toracică. Dezvoltarea este directă.

Există forme marine litorale, *Orchestia*, genuri răspândite în ape dulci:*Gammarus, Hyalella.*

Amfipodele sunt organisme saprofite sau parazite (Figura 10.22.)

Ordinul Euphausiacea

Este un grup de aproximativ 90 de specii care formează planctonul oceanelor. Corpul este protejat de o carapace fuzionată cu toate segmentele toracice, dar nu închide branhiile, nu au maxilipede şi au toți apendicii toracici prevăzuți cu exopodite. Majoritatea sunt bioluminescente, fiind prevăzute cu un fotofor. Exemplu: *Meganyctiphanes.*

Ordinul Decapoda

Cuprinde 10 000 specii prevăzute, la nivelul toracelui, cu trei perechi de maxilipede şi cinci perechi de apendice locomotoare dintre care prima este transformată în pense.

Exemple: *Penaeus, Cancer, Pagurus, Grapsus, Homarus, Panulirus.*

10.2.3.5. Clasa Ostracoda

Este formată din specii la care se observă fuziunea somitelor trunchiului şi reducerea sau absența unui număr de apendice toracice.

Hrănirea şi locomoția se desfăşoară cu ajutorul apendicelor cefalice . Sunt răspândite în ape marine şi dulci. Exemple: *Cypris, Cypridina, Gigantocypris.*

10.2.3.6.Clasa Maxillopoda

Corpul acestor crustacei este diferențiat în **cap** (cu 5 somite)**, torace** (6 somite), **abdomen** (4 somite) şi **telson.** Segmentele toracice fuzionează în mod variabil cu capul. Segmentele abdominale sunt lipsite de apendice tipice. Abdomenul este adeseori redus.

- **Subclasa Pentastomida**

Este formată din specii care parazitează căile respiratorii ale reptilelor, păsărilor şi mamiferelor. Plasarea lor în acest taxon este rezultatul studiilor moleculare ale ADN care codifică subunitățile ribozomale.

- **Subclasa Copepoda**

(Gr.*kope,* vâslă+*podos* , picior) cuprinde numeroase specii de crustacei marini şi dulcicoli.

Copepodele au un corp cilindric, lipsit de carapace şi un ocel median care se dezvoltă în stadiul de naupliu şi persistă până în stadiul de adult.

Prima pereche de antene este adaptată pentru înot.

Abdomenul este lipsit de apendice.

Au o singură pereche de maxilipede şi patru perechi de apendice toracice biramate, aplatizate, folosite pentru înot. Perechea a cincea de picioare este redusă.

Majoritatea sunt planctonice şi folosesc perechea a doua de maxile pentru a filtra hrana.

Unele specii trăiesc pe substrat, puține sunt prădătoare, comensale sau parazite ale nevertebratelor marine, peştilor şi mamiferelor marine. Anumite specii de copepode libere sunt gazde intermediare ale paraziților omului, exemplu *Diphyllobothrium* sau *Dracunculus.*

Exemple: *Cyclops, Diaptomus.*

- **Subclasa Thecostraca**

Infraclasa Cirripedia

Cuprinde aproximativ 1000 de specii, exclusiv marine, sesile şi puternic modificate în stadiul de adult. Cele mai multe sunt hermafrodite. După stadiul de naupliu, planctonic, aceşti crustacei trec într-un stadiu larvar, de asemenea planctonic, denumit **larva cypris**, prevăzută cu o carapace bivalvă.

Larva cypris se fixează de substrat prin prima pereche de antene şi se metamorfozează în adult. În cursul procesului de metamorfoză, abdomenul se reduce, tubul digestiv capătă formă de U, apendicele toracice se specializează pentru filtrare şi deplasarea hranei în gură.

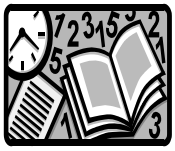
În stadiul de adult carapacea larvei este acoperită de plăci calcaroase.

Se fixează pe o largă varietate de substraturi: pe substrat pietros, pe corpul balenelor şi al altor animale, pe fundul navelor, reducând viteza de deplasare a ambarcațiunilor şi influențând consumul de combustibil.

Unele specii se ataşează de substrat printr-un peduncul.

Anumite specii s-au modificat puternic datorită adaptării la viața parazită. Exemplu: *Lepas sp.* (Figura 10.23.)

Figura.10.23. *Lepas sp*



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 306.

TESTE DE AUTOEVALUARE

30. Ce structuri sunt implicate în eliminarea deşeurilor metabolice ale crustaceilor?

31. Ce grup de crustacei hermafrodiți cunoaşteți?

32. Stadiul larvar cel mai frecvent întâlnit la crustacei se numeşte_____.

33. Crustaceii acvatici sau tereştri cu corp aplatizat dorso-ventral, lipsit de carapace, cu ochi compuşi sesili şi apendici abdominali asemănători prevăzuți cu branhii fac parte din :a)Ordinul Isopoda; b)Ordinul Amphipoda; c)Ordinul Decapoda; d) nici una dintre variante .

34. Dați un exemplu de amfipod de apă dulce.

35. Aminteşte trei genuri de crustacei ai Ordinului Decapoda

36. Completați spațiile libere cu termenii corespunzători. Cirripedele sunt crustacei răspândiți în mediul__a__. Sunt specii__b__, fixate de substrat pietros sau de corpul unor animale.

10.2.4. Subphylum Hexapoda

(Gr. *hexa ,* şase+ *podos,* picior)

Corpul hexapodelor este diferențiat în cap, torace şi abdomen.

La cap se articulează cinci perechi de apendici, la torace trei perechi de apendice, uniramate.

Subfilumul este divizat în două clase:

10.2.4.1. Clasa Entognatha

(Gr. *entos,* în+ *gnathos*, falcă) care include Ordinul Collembola, Protura, Diplura. Reprezentanții acestor clase au piesele bucale ascunse în capsula cefalică. Probabil nu este o grupare monofiletică deoarece piesele bucale ale diplurelor nu sunt omoloage cu cele ale celorlalte două ordine.

10.2.4.2. Clasa Insecta

Clasa Insecta cuprinde 30 de ordine cu specii care au piesele bucale proiectate în afara capsulei cefalice.

Au fost descrise până în prezent 750 000 de specii, deşi specialiştii susțin că numărul real al speciilor se ridică la 30 de milioane. Majoritatea speciilor necaracterizate trăiesc în pădurile tropicale. Cu toate că speciile de insecte parazite şi de apă dulce sunt numeroase, succesul insectelor s-a datorat capacității lor de a exploata habitatele terestre.

În cursul Silurianului şi la începutul Devonianului, acum 400 de milioane de ani, mediile terestre nu erau locuite de animale. Începuseră să se dezvolte plantele ierbacee pitice şi primele păduri, stratul de ozon devenise suficient de gros în pătura superioară a

atmosferei, încât să filtreze radiația ultravioletă a soarelui. Animalele cu adaptări la viața terestră au avut la dispoziție o producție fotosintetică bogată şi au avut de înfruntat puțini competitori în lupta pentru resurse. În schimb au existat probleme dificile ridicate de adaptarea la viața terestră: susținere, locomoție în afara mediului acvatic, reglarea ionilor şi a temperaturii.

Insectele au prezentat câteva avantaje care le-au asigurat dominanța în habitatele terestre.

Exoscheletul a preadaptat insectele la viața pe uscat, evoluția epicuticulei sporind proprietățile de conservare a apei.

Evoluția zborului a jucat de asemenea un rol important în succesul insectelor deoarece a permis folosirea resurselor nutritive răspândite pe suprafețe largi, cucerirea unor habitate noi şi evitarea mediilor nefavorabile.

Aceşti factori alături de rezistența crescută la deshidratare a ouălor, metamorfoză, potențialul reproductiv ridicat, diversificarea pieselor bucale şi a obiceiurilor de hrănire, au permis insectelor să devină clasa dominantă de organisme de pe pământ.

Morfologie

Capul insectelor este prevăzut cu o pereche de antene, piese bucale, ochi compuşi şi uneori oceli, în număr variabil.

Antenele variază ca formă şi dimensiune, acționând ca organe tactile, olfactive şi auditive.

Toracele cuprinde trei segmente: **protorace**, **mezotorace**, **metatorace**. De-a lungul marginii ventrale a fiecărui segment toracic se articulează o pereche de picioare şi la marginea dorso-laterală a mezotoracelui şi metatoracelui se ataşează câte o pereche de aripi.

La extremitatea distală a picioarelor, articolele sunt adezive sau prevăzute cu gheare.

Picioarele posterioare ale ortopterelor sunt adaptate pentru sărit, picioarele anterioare ale coropişnițelor sunt specializate pentru săpat şi la albine au apărut adaptări complexe ale picioarelor la funcția de colectare a polenului. Picioarele se termină cu gheare.

Aripile sunt expansiuni cuticulare diferențiate de epidermă. Acestea sunt formate dintr-o membrană dublă cu nervuri cuticulare, care servesc pentru întărirea aripii.

Toracele prezintă de asemenea două perechi de **spiracule**, orificii ale sistemului traheal.

Majoritatea insectelor au 10-11 segmente abdominale, fiecare prezentând câte un pliu lateral al exoscheletului care permite lărgirea abdomenului când insecta este plină cu ouă sau este sătulă. Pe fiecare segment abdominal se deschide câte o pereche de spiracule.

La ambele sexe, pe abdomen, apar structuri genitale, folosite în cursul copulației sau al depunerii ouălor şi structuri senzoriale, denumite **cerci**. Pe segmentele abdominale ale unor specii acvatice sau în stadii imature apar branhii.

Cuticula fiecărui segment al corpului este alcătuită din 4 plăci (**sclerite**): dorsal **tergum**, ventral, **sternum**, şi lateral **pleure** (Figura. 10.24.)

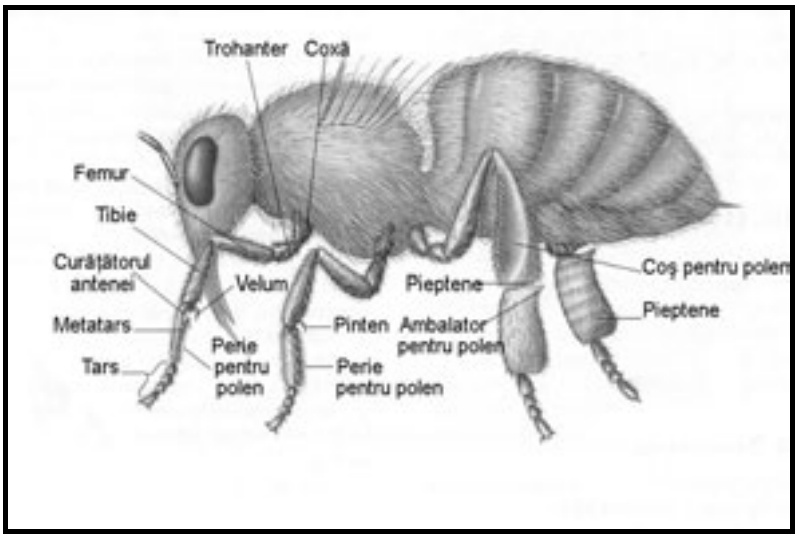


Figura. 10.24. Morfologia externă la *Apis mellifica* (după Hickman şi colab., 2004)

Locomoție

Insectele se deplasează în moduri diferite. Din perspectivă evolutivă, zborul este cea mai importantă formă de locomoție.

Insectele au fost primele animale care au zburat. Una dintre ipoteze susține că aripile ar fi evoluat din expansiuni laterale rigide ale toracelui care probabil protejau picioarele sau spiraculele. Mai târziu au apărut bătaia, înclinarea, plierea aripii.

Evoluția capacității de reglare termică a reprezentat o altă necesitate în vederea adaptării la zbor.

Termoreglarea reprezintă capacitatea de a menține temperatura corpului la un nivel diferit de cel din mediu. Temperaturi ale corpului relativ ridicate, 25°C sau mai mult, sunt necesare muşchilor zborului pentru a se contracta suficient de rapid în timpul zborului.

Unele insecte folosesc un mecanism de **zbor direct** sau **sincron,** în timpul căruia, muşchii, care acționează la baza aripilor, se contractă pentru a coborî aripa, iar muşchii, inserați dorso-ventral pe exoschelet, se contractă pentru a produce ridicarea ei.

Sincronismul mecanismelor de zbor direct depinde de impulsurile nervoase propagate spre muşchii zborului, care trebuie să preceadă fiecare bătaie din aripă. Fluturii, libelulele cosaşii au un mecanism de zbor sincron.

Alte insecte folosesc un mecanism de **zbor indirect** sau **asincron** (Figura. 10.25.)

Muşchii insectelor sunt striați ca şi muşchii scheletici ai vertebratelor şi dezvoltă o forță relativ asemănătoare cu cea a vertebratelor. Muşchii modifică forma exoscheletului pentru ambele bătăi ale aripii. Muşchii dorso-ventrali care trag exoscheletul dorsal în jos, produc ridicarea aripii. Coborârea aripii are loc când muşchii longitudinali se contractă şi provoacă arcuirea scheletului în sus. Proprietățile elastice ale exoscheletului cresc puterea şi viteza acestor bătăi. În timpul bătăii aripii, toracele este deformat, acumulând energie în exoschelet. La jumătatea distanței de coborâre, există un punct critic în care energia acumulată atinge un nivel maxim şi rezistența la mişcarea aripii scade brusc. Dincolo de
acest punct, aripa parcurge restul ciclului, folosind energia acumulată în exoschelet.

Asincronismul acestui mecanism este generat de neconcordanța dintre numărul impulsurilor nervoase şi cel al bătăilor aripii. Se înregistrează un singur impuls nervos la 50 de cicluri ale aripii.

Asincronismul dintre bătaia aripii şi impulsurile nervoase este creat de muşchii zborului care sunt întinşi în timpul relaxării toracelui. Întinderea muşchilor longitudinali în timpul ridicării aripii inițiază următoarea contracție a acestor muşchi. În mod asemănător întinderea muşchilor dorso-ventrali ai zborului, în cursul coborârii aripii, inițiază următoarea lor contracție.

Muşchii care intervin în zborul indirect sunt denumiți **muşchi fibrilari**. Muştele şi viespile folosesc un mecanism de zbor asincron.

Simpla bătaie a aripilor nu este însă suficientă pentru a zbura. Trebuie controlată înclinația aripilor pentru a asigura ridicarea şi propulsia orizontală.

La majoritatea insectelor muşchii care controlează înclinația aripii se ataşează de plăcile sclerotizate de la baza aripii.

În general insectele au două perechi de aripi. Dipterele au însă o singură pereche de aripi membranoase. Perechea posterioară de aripi s-a transformat în **haltere** sau **balansiere**, care vibrează şi echilibrează zborul.

Păduchii şi purecii sunt insecte aptere.

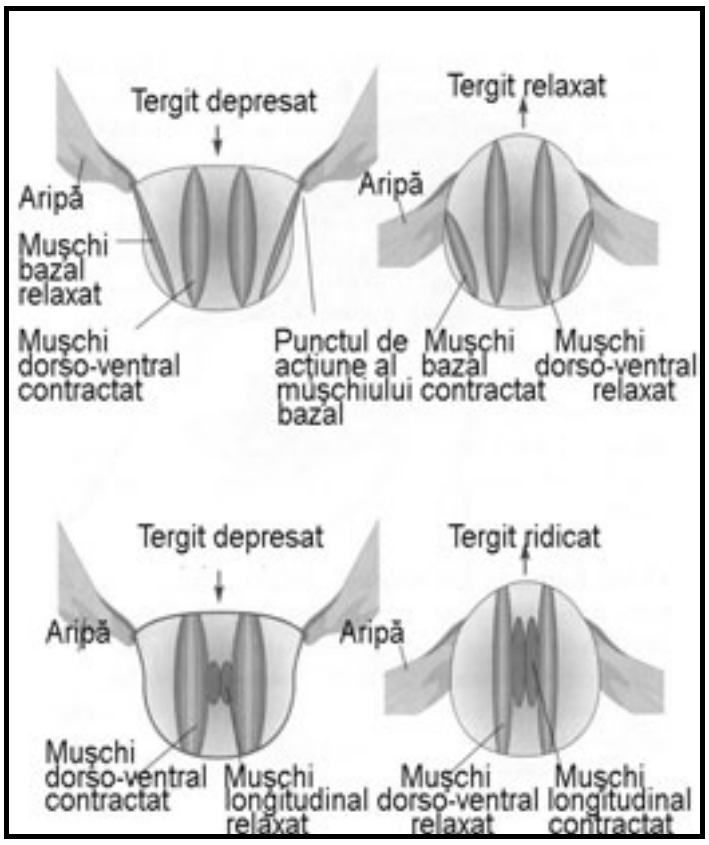


Figura. 10.25.A-Mecanismul zborului direct; B-mecanismul zborului indirect (după Miller-Harley, 2005)

Aripile pot fi membranoase, ca la muşte, îngroşate, cum sunt aripile anterioare ale coleopterelor, pergamentoase, ca la ortoptere, acoperite de solzi fini sau de peri, la fluturi.

De asemenea, insectele se deplasează pe sol şi pe alte substraturi prin mers, salt, alergat sau înot.

Mers

În timpul mersului, insectele au trei sau mai multe picioare în contact cu solul în acelaşi moment, adoptând o postură foarte stabilă. Folosesc un dispozitiv în formă de triunghi în care sunt antrenate primul şi ultimul picior de pe o parte, împreună cu piciorul mijlociu de pe partea opusă. În acest mod insecta ține trei picioare pe sol.

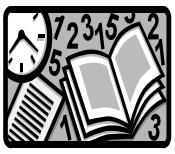
Alergat

Când aleargă, mai puțin de trei picioare sunt în contact cu solul. Un gândac de bucătărie, care se retrage, atinge 5 km /oră.

Salt

Insectele care sar, de exemplu cele din Ordinul Orthoptera au picioarele metatoracice lungi ale căror muşchi sunt mai bine dezvoltați pentru a genera forțe propulsoare mai mari. Energia pentru saltul unui purice (Ordinul Syphonaptera) este acumulată sub formă de energie elastică a exoscheletului. Muşchii care flectează picioarele deformează exoscheletul. Un mecanism de prindere ține picioarele în această poziție până când muşchi speciali eliberează energia stocată pentru a întinde rapid picioarele. În acest mod, insecta este propulsată la o distanță care depăşeşte de 100 de ori lungimea corpului său.

La insectele acvatice, pe picioare există peri impermeabili care nu distrug filmul superficial al apei. Corpul unor insecte marine *Halobates,* care alunecă pe valurile oceanului, este protejat de un strat repelent față de apă, format din peri strâns legați, în formă de cârlige groase.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 306.

TESTE DE AUTOEVALUARE

37. Prin ce caracter morfologic se deosebesc reprezentanții Clasei Entognatha de cei ai Clasei Insecta?

38. Ce probleme de adaptare au de înfruntat insectele odată cu trecerea în mediul terestru ?

39. Completați spațiile libere din text cu termenii corespunzători. Plăcile cuticulare ale fiecărui segment al corpului se numesc__a__. Placa dorsală se numeşte__b__, placa ventrală se numeşte __c__, plăcile laterale se numesc __d__.

40. Explicați necesitatea reglării temperaturii la corpului la insecte.

41. Explicați mecanismul zborului direct (sincron).

42. Prin ce tipuri de adaptări se realizează locomoția prin salt.

43. Ce sunt balansierele? La ce grup de insecte le-ai identificat şi ce funcție îndeplinesc?

Sistemul digestiv

Există o mare varietate a pieselor bucale la insecte, însă ele respectă un aranjament de bază. Distingem următoarele categorii de piese: buza superioară sau **labrum,** este senzitivă şi spre deosebire de celelalte categorii de piese bucale, nu a provenit din apendice segmentare pereche.

- **Mandibulele** sunt piese sclerotizate cu rol în mestecat. De obicei poartă dinți pentru sfărâmat şi tăiat şi au o mişcare parte peste parte.
- **Maxilele** au suprafețe de tăiere, palpi senzoriali şi structuri care rețin hrana.
- **Labium** este buza senzorială inferioară, prevăzută cu palpi folosiți în reținerea hranei.
- **Hipofaringele** este o structură senzorială asemănătoare limbii (Figura 10.26.).

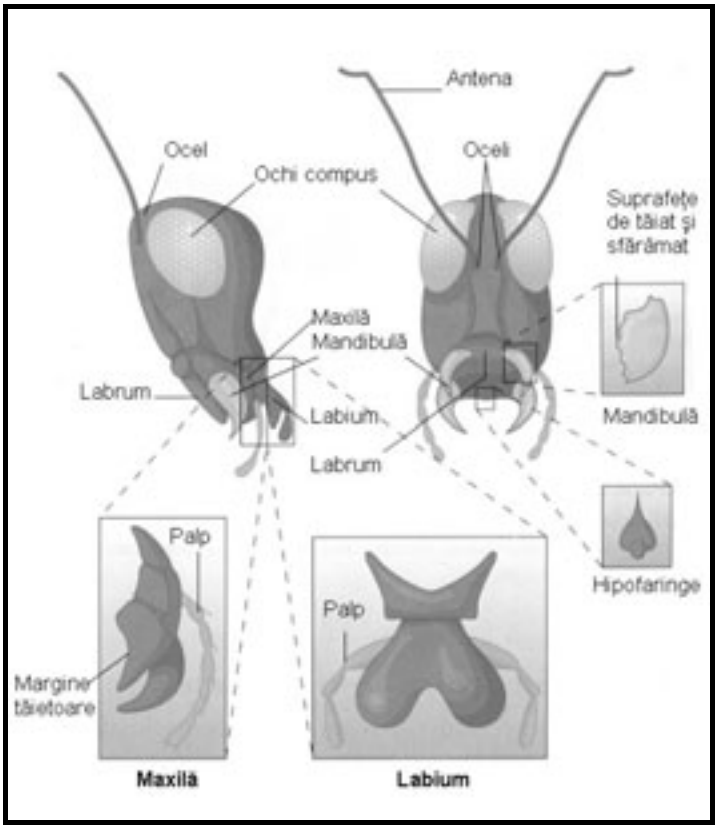


Figura. 10.26. Structura aparatului bucal specializat pentru rupt şi mestecat la *Locusta sp.*(după Miller-Harley, 2005)

Aparatul bucal specializat pentru rupt şi mestecat

Aparatul bucal specializat pentru rupt şi mestecat prezintă mandibule puternice, cu aspect de plăci dințate ale căror margini muşcă sau mărunțesc. Maxilele rețin hrana şi o transferă în gură. Enzimele secretate de glandele salivare intervin în prelucrarea chimică a hranei, care completează procesul masticației.

Aparatul bucal specializat pentru înțepat şi supt

Structura pieselor bucale este modificată la insectele care aspiră hrană lichidă, cu toate că este reținut aranjamentul de bază al pieselor bucale.

La țânțari, din labrum se formează şase stileți, hipofaringele mandibulele şi maxilele sunt folosite pentru a străpunge tegumentul şi a aspira sângele. Hipofaringele conține un duct salivar şi complexul labrum-epifaringe formează un canal alimentar (Figura 10.27.).

Aparat bucal specializat pentru supt

La fluturi mandibulele lipsesc şi maxilele formează un tub lung spiralat, folosit pentru a aspira nectarul din flori (Figura. 10.28. a.).

Musca de casă are piese bucale spongioase. Labium prezintă la vârf o pereche de lobi moi (**labellum**) cu şanțuri pe suprafața inferioară, care servesc drept canale alimentare. Aceste insecte aspiră hrana lichidă sau dizolvă alimentele cu ajutorul secrețiilor salivare. (Figura 10.28. b).

La albinele melifere labiumul formează o limbă contractilă acoperită cu mulți peri. Când albina îşi scufundă proboscisul în nectar, vârful limbii se curbează în sus şi se mişcă rapid înainte-înapoi. Lichidul pătrunde în tub prin capilaritate şi este aspirat continuu de faringe (Figura 10.28. c.).

Tubul digestiv este diferențiat în trei regiuni:

partea anterioară cuprinde: gura cu glande salivare, faringe musculos (la insectele sugătoare este folosit pentru aspirarea fluidelor în tractul digestiv), esofag, guşă pentru stocare, pipotă pentru triturare

partea mijlocie cuprinde proventriculul, stomacul, care reglează mişcarea spre intestin şi macină hrana şi cecumurile gastrice

partea posterioară cuprinde intestinul, rectul şi anusul.

Intestinul mediu asigură, prin cecumurile gastrice, o suprafață sporită, la nivelul căreia se desfăşoară digestia şi absorbția.

Zona posterioară controlează absorbția apei şi a ionilor.

Majoritatea insectelor se hrănesc cu sucuri şi țesuturi vegetale. (fitofage).

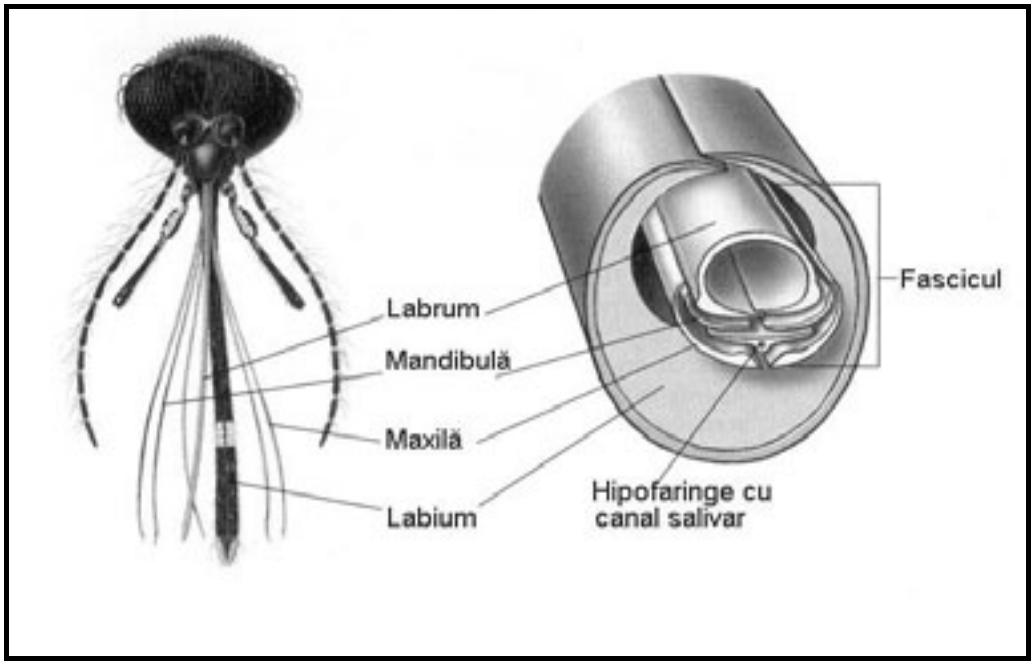
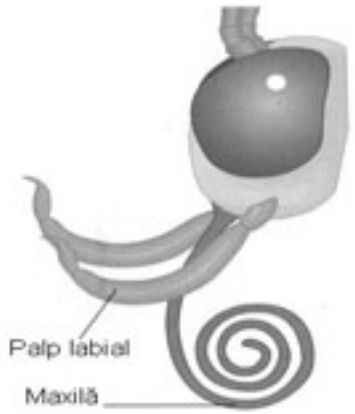
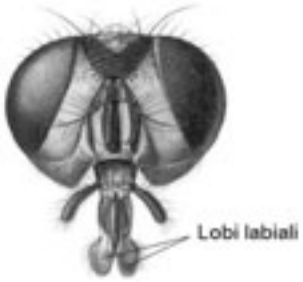


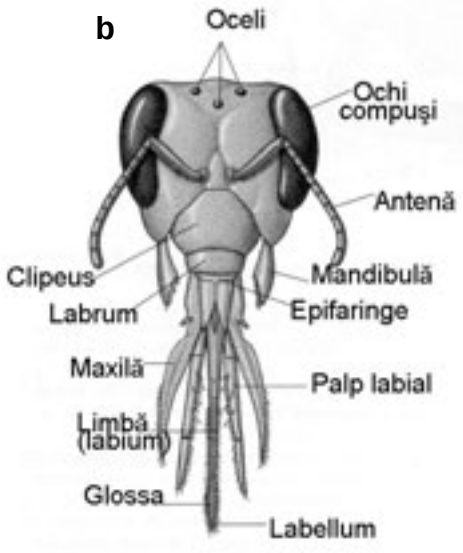
Figura. 10.27. Structura aparatului bucal la țânțar (*Culex pipiens*) (după Hickman şi colab., 2004)



a



b



c

Figura. 10.28. Structura aparatului bucal specializat pentru supt la a) fluturi, b) musca de casă, c) albină (după Hickman şi colab., 2004)

Unele specii de furnici şi termite cultivă grădini de ciuperci, pe care le folosesc ca sursă de hrană, altele sunt saprofage, se hrănesc cu cadavre, prădătoare, capturează alte insecte sau alte tipuri de animale.

Foarte multe specii sunt parazite, ca adulți sau în stadiile larvare.

Purecii, specii hematofage, care parazitează ca adulți mamiferele, în stadiul larvar sunt forme libere.

Păduchii sunt paraziți pe tot parcursul ciclului lor de viață.

Multe insecte parazite sunt ele însele parazitate de alte insecte, situație cunoscută sub denumirea de **hiperparazitism**.

Larvele multor specii de viespi trăiesc în corpul unor păianjeni sau insecte, consumându-şi gazdele sau omorându-le. Pentru că întotdeauna îşi distrug gazdele sunt cunoscute sub denumirea de **parazitoizi**. În mod obişnuit paraziții nu-şi distrug gazdele. Insectele parazitoide sunt deosebit de importante în controlul populațiilor altor insecte.

Sistemul respirator

Schimbul de gaze cu aerul a impus apariția unor suprafețe mari la nivelul cărora are loc difuzia gazelor.

În mediile terestre aceste suprafețe sunt totodată şi căi de

pierdere a apei. Pierderea apei respiratorii la insecte ca şi la arahnide este redusă prin invaginări ale suprafețelor respiratorii, care formează sisteme puternic ramificate de tuburi, căptuşite cu chitină, denumite **trahei**.

Traheile se deschid la exterior prin **spiracule**, prevăzute cu dispozitive, care împiedică pierderea excesivă de apă. De asemenea spiraculele prezintă dispozitive de filtrare, plăci ciuruite sau peri de închidere care împiedică pătrunderea apei, a paraziților şi a prafului în trahei.

Tenidiile sunt inele sau îngroşări spiralate ale trunchiurilor traheale, care mențin deschise traheile, împiedicând colapsul lor şi fac posibilă expansiunea lor odată cu mişcările corpului.

Traheile sunt alcătuite dintr-un singur strat de celule acoperit de cuticulă, care se înlocuieşte în cursul năpârlirii, odată cu partea externă a cuticulei.

Traheile se ramifică în canale mai mici, terminate cu tuburi foarte fine, pline cu lichid, denumite **traheole**. Acestea sunt căptuşite cu o cuticulă, care nu se elimină la năpârlire şi care se ramifică într-o rețea fină la nivelul celulelor. Traheolele se termină în spațiul dintre celule şi sunt mai abundente în țesuturile metabolic active, de exemplu în muşchi.

Extremitățile unor traheole perforează membranele celulare pe care le aprovizionează, ajungând în apropierea mitocondriilor. Sistemul traheal asigură transportul eficient al gazelor în lipsa pigmenților respiratori. Totuşi la unele specii s-a semnalat prezența hemoglobinei. (Figura 10.29.).

Sistemul traheal include de asemenea **saci cu aer** care reprezintă, aparent, trahei dilatate lipsite de tenidii. Sacii aerieni au pereți subțiri flexibili, fiind plasați mai ales în cavitatea abdominală, dar şi în apendice. La numeroase specii de insecte, aceştia sporesc volumul aerului inspirat şi expirat.

Mişcările musculaturii abdominale determină pătrunderea aerului în trahei, extensia sacilor, care colapsează ulterior în cursul expirației. La ortoptere, prin telescoparea abdomenului, pomparea cu ajutorul protoracelui, deplasarea capului înainte-înapoi, se pompează cantități suplimentare de aer.

Sacii aerieni îndeplinesc şi alte funcții: modifică volumul organelor interne în timpul creşterii, fără a schimba forma insectei, reduc greutatea insectelor mari.

La insectele foarte mici transportul gazelor se desfăşoară în întregime prin difuzie, urmând gradientul de concentrație.

Sistemul traheal reprezintă o adaptare la respirația aeriană. Numeroase insecte însă trăiesc în mediul acvatic în stadiile de larvă, nimfă sau adult. Nimfele acvatice cu corp moale realizează schimbul de gaze prin **difuzie**, la nivelul peretelui corpului, în interiorul sau în afara rețelei traheale, chiar sub tegument.

Nimfele acvatice ale unor insecte au **branhii traheene**, reprezentate prin extensii subțiri ale peretelui corpului, care conțin o bogată rețea de trahei. Gazele difuzează la suprafața branhiilor, ajungând în ramificațiile sistemului traheal, prelungite în branhii.

La odonate, apar în stadiul de nimfă, **branhii rectale**, creste la nivelul rectului, care realizează schimbul de gaze, simultan cu circulația apei.

Dytiscus petrece cea mai mare parte a vieții în apă, fiind un bun înotător, cu toate că este capabil de zbor. Sub prima pereche de aripi, ține o bulă de aer. Bula este stabilă datorită unui strat de peri din capătul abdomenului şi este în contact cu spiraculele de pe abdomen. Oxigenul din bulă difuzează în trahei şi este înlocuit prin de oxigenul din apă. Azotul din bulă difuzează lent în apă, micşorând dimensiunea bulei. De aceea insecta trebuie să revină la suprafața apei, la câteva ore, pentru a înlocui aerul. Larvele țânțarilor, în schimb, țin tuburi respiratorii la suprafața apei.

Există mecanisme de ventilație care asigură circulația aerului prin sistemul traheal. Muşchii care se contractă alternativ în timpul zborului, comprimă şi lărgesc trunchiurile traheene, ventilându-le.

La anumite insecte, dioxidul de carbon pe care îl produc celulele metabolic active, este reținut în hemocel, sub formă de HCO_3^-. Întrucât difuzia oxigenului prin trahei spre țesuturile corpului, nu este urmată de înlocuirea dioxidului de carbon, se creează un vid care determină pătrunderea unei cantități suplimentare de aer prin spiracule. Acest proces se numeşte **sucțiune pasivă**. Periodic, ionii bicarbonat sechestrați, sunt transformați în dioxid de carbon, care se elimină prin sistemul traheal.

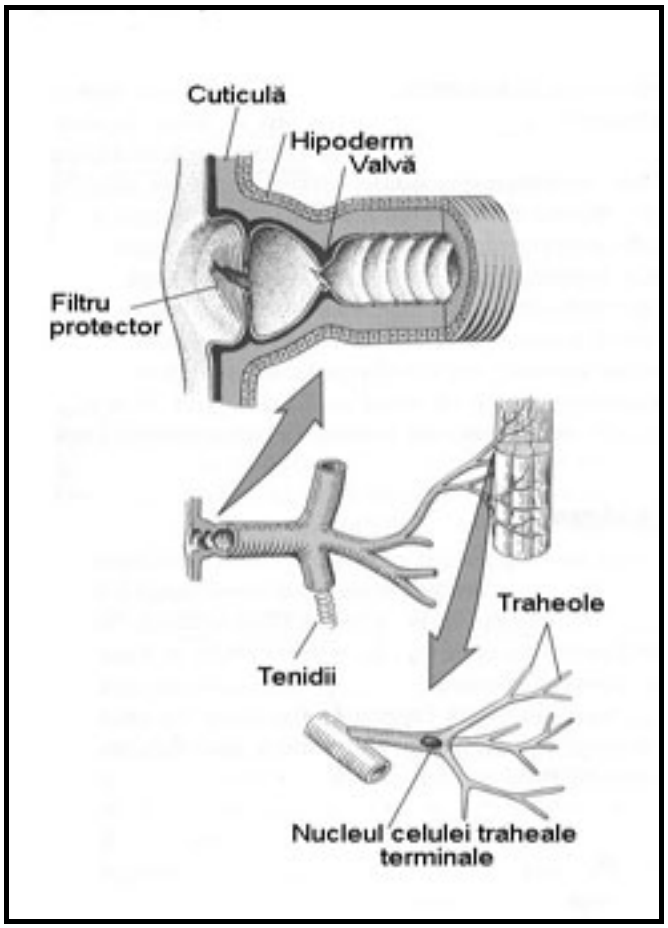


Figura. 10.29. Structura sistemului traheal la insecte (după Hickman şi colab., 2004)

Sistemul circulator şi termoreglarea

Sistemul circulator este asemănător celui descris la alte artropode, cu toate că vasele de sânge sunt mai puțin dezvoltate.

Sângele distribuie substanțe nutritive, hormoni şi deşeuri.

Celulele sanguine amiboide participă la apărarea organismului şi intervin în mecanismele de reparare tisulară.

Sângele nu are un rol important în transportul de gaze.

Termoreglarea este o necesitate impusă de adaptarea la zbor. În general toate insectele se încălzesc prin expunere la soare sau pe suprafețe calde. Pentru că folosesc sursele externe de căldură în reglarea temperaturii, insectele sunt considerate **ectoterme**.

Alte insecte generează căldură prin contracții rapide ale muşchilor zborului, un proces denumit **termogeneză prin tremurat**. Căldura metabolică generată în acest mod poate ridica temperatura muşchilor toracici de la 0 la 30 °.

Insectele care au surse de căldură metabolică limitate, prezintă o temperatură variabilă a corpului şi se numesc **heteroterme**.

Insectele îşi pot răci corpul, căutând habitatele umede sau reci. Albinele melifere îşi răcesc corpul bătând din aripi la intrarea în stup, orientând aerul rece din exterior prin stup.

Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 306.

(TESTE DE AUTOEVALUARE

44. Enumerați piesele aparatului bucal al insectelor.

45. Alegeți varianta corectă. Majoritatea lepidopterelor au aparatul bucal specializat pentru:

a) rupt şi mestecat;b) înțepat şi supt; c) lins; d)toate variantele de mai sus.

46. Completați spațiile libere din text cu termeni adecvați. Aparatul bucal al lepidopterelor a rezultat prin fuziunea __a__ şi are aspect de __b__.

47. Definiți hiperparazitismul şi parazitoizii. Explicați aplicațiile pe care le au aceste aspecte de biologie.

48. Ce sistem de transport al oxigenului folosesc insectele şi ce avantaj prezintă ?

49. Explicați mecanismul sucțiunii pasive.

Funcții nervoase şi senzoriale

Ganglionii supraesofagieni sunt asociați cu structuri senzoriale ale capului. Conectivele asigură legătura dintre ganglionul supraesofagian şi cel subesofagian.

Ganglionul subesofagian inervează piesele bucale, glandele salivare şi are o influență excitatoare asupra altor părți ale corpului. Ganglionii segmentari ai toracelui şi abdomenului fuzionează în diferite grade în funcție de taxon.

Insectele prezintă un **sistem nervos visceral** care inervează intestinul, organele de reproducere şi inima.

Sunt capabile să învețe şi să memoreze. Recunosc florile după formă şi capacitatea de a absorbi lumina ultraviolet. Dacă floarea are nectar şi polen, învață mirosul ei. Mirosul este un reper preferat culorii şi formei pentru că este mai constant şi factorii din mediu nu-l pot modifica.

Mecanoreceptorii, reprezentați prin **sensile** (peri sau procese asemănătoare perilor, conectate cu o celulă nervoasă sau o terminație nervoasă sub cuticulă, lipsită de peri), sunt excitați de stimuli tactili, presiune, vibrații. Ei sesizează deplasarea fizică a corpului sau a părților corpului.

Organul scolopoforal este alcătuit din celule senzoriale cu terminații ataşate de peretele corpului. Asemenea organe sunt larg răspândite pe antene picioare, corp.

Perii sunt distribuiți pe piesele bucale, antene şi picioare. Mişcările aerului, atingerea, vibrațiile substratului pot mişca perii. Anumiți receptori de la nivelul articulațiilor, al altor părți ale cuticulei, muşchilor, înregistrează postura şi poziția.

Receptori specializați

- **Organele lui Johnson** se găsesc la baza antenelor majorității insectelor. Perii lungi care acoperă antenele se întind sub acțiunea anumitor frecvențe ale sunetului. Vibrând, perii mişcă antena în alveolă, stimulând celulele senzoriale. Frecvența undelor sonore, care variază între 500-550 cicluri pe secundă, atrage şi declanşează comportamentul de împerechere la masculii de *Aedes aegypti*. Aceste unde se găsesc în intervalul de sunete pe care le produc aripile femelei.
- **Organele timpanale** sunt localizate în picioare (la speciile din Ordinul Orthoptera), abdomen (la speciile din Ordinul Orthoptera, Lepidoptera) şi în torace (la speciile din Ordinul Lepidoptera). Organele timpanale sunt formate dintr-o membrană subțire cuticulară care acoperă un sac cu aer. Sacul cu aer acționează ca o cameră de rezonanță. Sub membrană există celule senzoriale care detectează undele de presiune. Organele timpanale ale lăcustelor detectează sunete în intervalul 1000-50 000 cps. Poziția bilaterală a organelor timpanale permite insectelor să stabilească direcția şi originea sunetelor.

Insectele folosesc **chemorecepția** în hrănire, alegerea locurilor de pontă, a locurilor de reproducere şi uneori în organizarea socială.

Chemoreceptorii se concentrează pe piesele bucale, antene, picioare, ovipozitor şi sunt în formă de peri, cârlige,
gropițe şi plăci cu unul sau mai mulți pori, care conduc la

terminații nervoase interne. Substanțele chimice difuzează prin pori şi excită terminațiile nervoase. Comportamentul de hrănire, împerechere, selecția habitatului şi relațiile gazdă-parazit sunt mediate pe cale chimică.

Creşterea concentrației dioxidului de carbon, provocată de o potențială gazdă din apropiere, determină ieşirea din starea de repaus a unui țânțar, care începe să zboare şi urmăreşte gradientul de căldură şi umezeală pentru a–şi găsi gazda. Substanțe repelente cum este diethyl toluamida, inhibă capacitatea țânțarului de a simți vaporii de apă şi împiedică localizarea gazdei.

Toate insectele sunt capabile să detecteze lumina şi o pot folosi în orientare, navigație, hrănire şi alte funcții.

Ochii compuşi sunt formați din receptori denumiți **omatidii** (de la câțiva receptori până la 28 000), fuzionați într-un ochi multifațetat. Suprafața externă a fiecărei omatidii este prevăzută cu o lentilă şi reprezintă o fațetă a ochiului. Sub lentilă există un con cristalin. Împreuna cele două structuri au rol în captarea luminii.

Celulele retinulei dintr-o omatidie au o zonă specială de colectare a luminii, denumită **rabdom**. Acesta transformă energia luminoasă în impulsuri nervoase.

Celule pigmentare înconjoară conul cristalin şi uneori rabdomul, împiedicând lumina care atinge rabdomul, să se reflecte într-o omatidie adiacentă.

Ochiul compus detectează mişcarea sau lungimi de undă la care ochiul uman este insensibil (în special de la extremitatea ultraviolet a spectrului). Florile au adeseori petale cu zone care diferă prin capacitatea de absorbție şi reflexie a luminii UV. Zona de absorbție UV acționează ca un ghid, care conduce insecta spre sursa de nectar a florii. Anumite insecte sunt sensibile la lungimile de undă infraroşii sau detectează şi folosesc lumina polarizată pentru navigație şi orientare.

Ocelii, prevăzuți cu 500 –1000 de celule receptoare sub o singură lentilă cuticulară, sunt sensibili la schimbările de intensitate ale luminii, care pot fi importante în reglarea ritmurilor zilnice. Albinele folosesc Ocelii albinelor înregistrează variațiile intensității luminii, dar nu formează imagini (Figura 10.30).

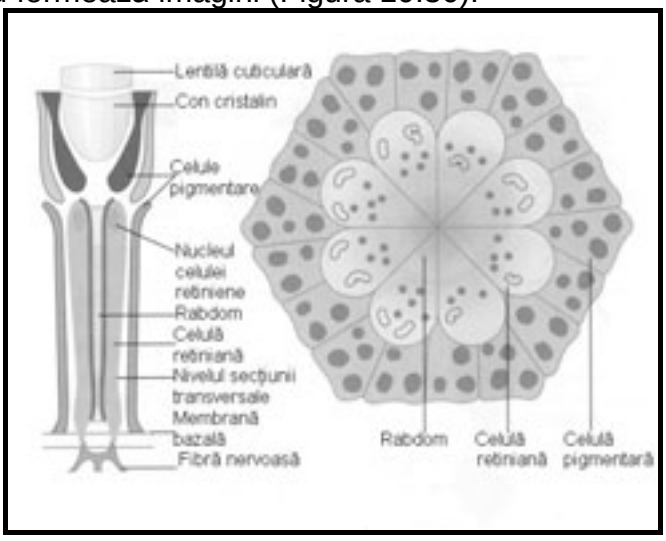


Figura. 10.30. Structura unei omatidii (stânga) şi secțiunea transversală în regiunea rabdomului unei omatidii (după Miller-Harley, 2005)

Sistemul excretor

Structurile excretoare primare sunt tuburile Malpighi şi rectul. Tuburile Malpighi, în număr variabil, sunt tuburi elastice, subțiri, închise în fund de sac la nivelul hemocelului. Ele se deschid în tubul digestiv, la limita dintre intestinul mediu şi intestinul posterior.

Suprafețele interne ale celulelor lor sunt acoperite de microvili. Mecanismul formării urinii în tuburile Malpighi la insectele ierbivore, depinde de secreția activă de potasiu în tuburi. Secreția primară a ionilor atrage apa, prin osmoză, pentru a produce un fluid bogat în potasiu. Ulterior şi alți soluți sau deşeuri sunt secretate sau difuzează în tubul.

Anumiți ioni sunt transportați activ în tubuli, fiind urmați în mod pasiv de apă. Acidul uric este secretat la capătul superior al tuburilor, unde pH este slab alcalin.

Pe măsură ce urina trece spre capătul inferior al tuburilor, potasiul se combină cu dioxidul de carbon, este reabsorbit sub formă de bicarbonat de potasiu, pH virează în domeniul acid, 6.6, şi acidul uric insolubil, precipită.

În rect are loc reabsorbția ionilor de Na, K, Cl, a hidraților de carbon, aminoacizilor şi eliminarea acidului uric.

Conversia deşeurilor azotate primare, de tipul amoniacului în acid uric este costisitoare din punct de vedere energetic. Aproape jumătate din cantitatea de energie pe care o insectă o obține din hrană, este cheltuită pentru a procesa deşeurile metabolice.

Insectele care trăiesc în medii aride sunt capabile să resoarbă aproape toată apa din rect, producând un amestec uscat de urină şi fecale. La insectele acvatice, amoniacul difuzează din corp în apa înconjurătoare.

Reglarea chimică

Sistemul endocrin controlează numeroase funcții fiziologice ale insectelor:

- sclerotizarea cuticulară
- osmoreglarea
- maturarea ovocitelor
- metabolismul celular
- peristaltismul intestinal
- ritmul cardiac.

Ganglionul subesofagian, cele două glande endocrine ***corpora allata*** şi **glandele protoracice** controlează aceste activități.

Celulele neurosecretoare ale ganglionului subesofagian sintetizează **ecdisiotropina**, hormon care străbate celulele neurosecretoare pentru a ajunge la *corpora cardiaca.* Această structură eliberează **hormonul toracotrop,** cu efect stimulator asupra glandei protoracice, care secretă **ecdison**, hormonul inițiator al procesului de resorbție a regiunilor interne ale procuticulei şi al formării noului exoschelet.

În stadiile juvenile, *corpora allata* produce şi eliberează mici cantități de **hormon juvenil** care circulă prin hemocel, determinând următoarea năpârlire. Hormonul juvenil este secretat în cantități mari pentru năpârlirea şi dezvoltarea celui de-al doilea stadiu juvenil, în cantități intermediare în năpârlirea şi dezvoltarea celui de-al treilea stadiu juvenil şi în concentrații mici înaintea ultimei năpârliri care precede formarea adultului. Scăderea nivelului hormonului juvenil circulant conduce la degenerarea glandei protoracice, aşa încât la majoritatea insectelor năpârlirea încetează odată cu atingerea stadiului de adult. După ultima năpârlire, nivelul hormonului juvenil creşte din nou, promovând dezvoltarea organelor sexuale accesorii, sinteza de vitelus şi maturarea ovocitelor.

Feromonii sunt substanțe chimice sintetizate de un individ, capabile să inducă modificări fiziologice sau de comportament altui individ din aceeaşi specie.

Feromonii sunt compuşi atât de specifici, încât un stereoizomer poate fi ineficient în inițierea răspunsului. Vântul sau apa pot să transporte feromonii mai mulți kilometri şi doar câteva molecule, care excită chemoreceptorul altui individ, sunt suficiente pentru a declanşa un răspuns.

În funcție de efectele induse, feromonii se clasifică în :

Feromoni sexuali care atrag indivizi de sex opus, accelerează sau întârzie maturarea sexuală

Feromoni de reglare a castei, folosiți de insectele sociale pentru a controla dezvoltarea indivizilor dintr-o colonie. (Cantitatea de lăptişor de matcă cu care este hrănită femela albinei melifere în stadiul larvar, orientează transformarea ei într-o lucrătoare sau într-o regină).

Feromonii de agregare **produşi pentru a atrage indivizii la locurile de hrănire şi de reproducere.**

Feromoni de alarmă eliberați pentru a avertiza alți indivizi de pericol. Aceştia pot determina orientarea spre sursa de feromoni, pregătind atacul sau pot să inducă îndepărtarea de sursa de feromon.

Feromonii de deplasare sunt depuşi de insectele săpătoare pentru a ajuta alți indivizi ai coloniei să identifice zona şi cantitatea de hrană descoperită de un membru al coloniei.

Reproducere şi dezvoltare

Unul dintre factorii care au asigurat succesul reproductiv al insectelor este potențialul reproductiv ridicat. Reproducerea în mediile terestre prezintă riscurile sale. Temperatura, umezeala şi sursele de hrană variază cu anotimpul.

Fecundația internă necesită structuri copulatorii foarte evoluate pentru că gameții se deshidratează foarte rapid, prin expunere la aer. În plus sunt necesare mecanisme pentru a aduce împreună masculi şi femele la momentul potrivit.

Maturitatea sexuală este un proces complex controlat de interacțiunea factorilor interni şi externi.

Reglarea internă presupune interacțiuni între glandele endocrine şi organele de reproducere.

Factorii de reglare externi includ **cantitatea şi calitatea hranei**.

Ovulele femelei de țânțar nu maturează până când femela nu se hrăneşte cu sânge, numărul ovulelor produse fiind proporțional cu cantitatea de sânge ingerată.

Alte specii de insecte folosesc **fotoperioada** (durata relativă de lumină şi întuneric într-un interval de 24 de ore) în declanşarea activităților reproductive, pentru că ea indică schimbările sezoniere.

Densitatea populației, **temperatura** şi **umiditatea** influențează de asemenea activitățile de reproducere.

Anumite specii ale Ordinului Tysanura şi Collembola au o fecundație indirectă. Masculul depune un spermatofor pe care femela îl preia ulterior.

Majoritatea insectelor au comportamente de reproducere complexe pentru localizarea şi recunoaşterea unui partener potențial, pentru adoptarea posturii de copulație, pentru pacificarea unui partener agresiv.

Comportamentul de reproducere este controlat de feromoni, semnale vizuale, semnale auditive. După ce s-a produs întâlnirea partenerilor de sex opus, stimulii tactili de pe antene şi alți apendici ajută la adoptarea posturii pentru împerechere. Apendicii copulatori

abdominali ai masculului transferă lichidul spermatic într-un diverticul extern al tractului reproductiv femel, receptaculul seminal. Ovulele sunt fecundate pe măsură ce părăsesc organismul femelei şi sunt depuse aproape de o sursă de hrană larvară. Femelele folosesc deseori un ovipozitor pentru a depune ouăle în anumite substraturi.

Dezvoltarea insectelor

Tipurile de dezvoltare ale insectelor reflectă gradul de divergență dintre juvenili şi adulți şi sunt clasificate în trei categorii.

Metamorfoza ametabolă

Metamorfoză amelabolă, la care deosebirile dintre adulți şi larve constau în mărimea corpului şi maturitatea sexuală. Atât larvele cât şi adulții sunt lipsiți de aripi. Numărul de năpârliri variază şi spre deosebire de majoritatea insectelor, năpârlirea continuă după atingerea maturității sexuale. Insectele din Ordinul Tysanura prezintă metamorfoză ametabolă.

Metamorfoza hemimetabolă

Metamorfoza hemimetabolă implică un număr specie-specific de năpârliri între stadiul de ou şi cel de adult în cursul cărora juvenilii iau treptat forma adultului. Se dezvoltă aripi externe, sunt atinse mărimea şi proporțiile adultului şi se dezvoltă genitaliile.

Juvenilii se mai numesc **nimfe**.

Insectele din Ordinul Orthoptera şi Hemiptera, Homoptera, cicade, mantide prezintă metamorfoză hemimetabolă. Stadiile juvenile acvatice prezintă branhii, fiind numite **naiade** (L. *naiad,* nimfă acvatică). Stadiile prin care trec insectele sunt: ou, nimfă, adult.(Figura.10.31.).

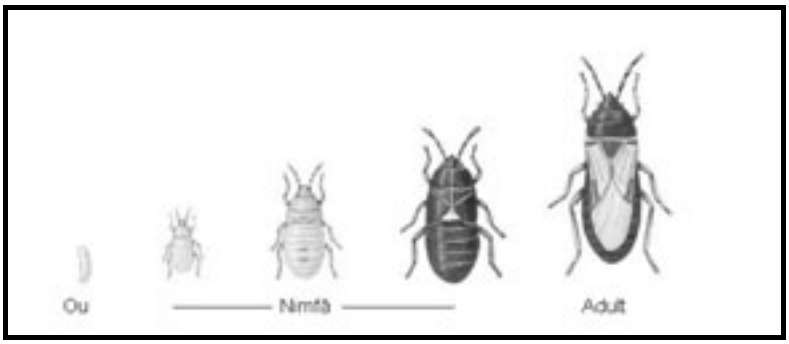


Figura. 10.31. Etapele metamorfozei hemimetabole la hemiptere (după Miller-Harley, 2005)

Metamorfoza holometabolă

În **metamorfoza holometabolă** juvenilii sunt denumiți larve pentru că sunt foarte deosebiți de adulți prin forma corpului, comportament şi habitat.

După ultima năpârlire larvară se formează pupa. Stadiul de pupă este aparent un interval de inactivitate. Pupele nu se hrănesc şi reprezintă stadiul în care insecta traversează iarna. În realitate se petrec schimbări celulare radicale, care conduc la dezvoltarea tuturor caracteristicilor adultului. Stadiul de pupă este protejat de o capsulă. Larva lepidopterelor aflată în ultimul stadiu, construieşte un cocon parțial sau total din mătase. Ultima năpârlire, care precede apariția adultului are loc în cocon, puparium, crisalidă. Adultul părăseşte aceste structuri, folosind mandibulele şi nu mai năpârleşte. Acest proces se numeşte emergență sau ecloziune. 88% dintre insecte suferă acest tip de metamorfoză (Figura 10.32.).

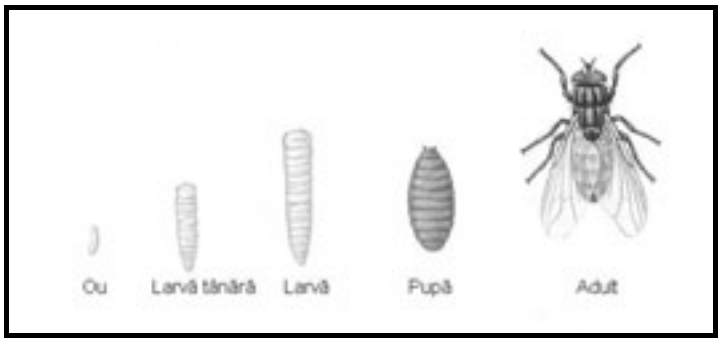


Figura. 10.32. Etapele metamorfozei holometabole la diptere (după Miller Harley, 2005)

Comportamentul insectelor

Insectele au numeroase comportamente complexe, majoritatea înnăscute, deci programate genetic. De exemplu o matcă tânără dintr-un stup va căuta şi va distruge alte larve şi pupe din care s-ar putea dezvolta alte regine.

Insecte sociale

Comportamentul social s-a dezvoltat la multe specii de insecte, fiind perfecționat şi complex la cele care trăiesc în colonii. De obicei membrii unei colonii sunt specializați structural şi comportamental pentru a îndeplini anumite funcții. Comportamentul social este puternic dezvoltat la albine, viespi, furnici (Ordinul Hymenoptera) şi la termite (Ordinul Isoptera). Fiecare categorie de indivizi dintr-o colonie se numeşte **castă.**

De regulă sunt prezente trei sau patru categorii de caste:

- **regine -**sunt femelele reproducătoare
- **lucrătoarele-**sunt masculi sau femele sterile (la termite) sau femele sterile (la Ordinul Hymenoptera) susțin şi protejează colonia. Organele lor reproducătoare sunt degenerate.
- **masculii reproducători** inseminează regina şi sunt denumiți **regi** sau **trântori**
- **soldații** sunt de obicei sterili şi prezintă mandibule largi pentru a apăra colonia (Figura.10.33).

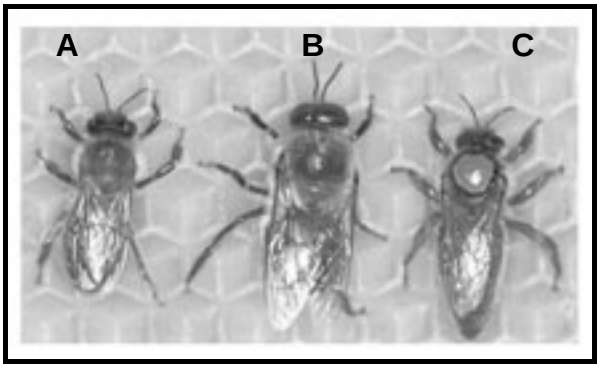


Figura. 10.33. Castele albinei melifere A-lucrătoare, B-trântor, C-matca (după Hickman şi colab., 2004)

Albinele melifere din Ordinul Hymenoptera au trei caste în coloniile lor. O singură regină depune toate ouăle. Lucrătoarele sunt femele care construiesc fagurele din ceara pe care o produc. Culeg nectar şi polen, curăță

şi păzesc stupul. Aceste sarcini sunt împărțite între indivizi în funcție de vârstă. Trântorii se dezvoltă din ouă nefecundate, nu lucrează şi sunt hrăniți de lucrătoare până ce părăsesc stupul pentru a se împerechea cu regina.

Un feromon pe care îl sintetizează regina controlează sistemul de caste. Lucrătoarele ling matca şi alte lucrătoare, preluând şi răspândind în felul acesta feromonul, care reglează numeric castele. Acest feromon inhibă comportamentul lucrătoarelor de a creşte noi regine. Pe măsură ce regina înaintează în vârstă sau dacă moare, cantitatea de feromon din stup scade şi lucrătoarele încep să hrănească mai multe larve femele cu lăptişor de matcă. Această hrană conține

substanțe chimice care promovează dezvoltarea caracteristicilor reginei.

Aproximativ 0.5 % dintre speciile de insecte sunt dăunătoare pentru om afectându-i sănătatea sau activitatea.

Multe alte specii însă sunt folositoare, elaborând produse valoroase precum ceară, mătase, miere.

Insectele realizează polenizarea a 65 % dintre speciile de plante.

Insectele sunt agenți de control biologic.

Insectele săpătoare au un rol important în aerare, drenaj, promovează procesele de descompunere. Alte specii au un rol important în rețeaua trofică.

Unele insecte, încadrate în ordinele Syphonaptera, Hemiptera şi Anoplura, sunt parazite şi vectori ai unor boli, altele transmit microorganisme, nematode şi viermi plați care produc boli.

Există şi specii de insecte dăunătoare pentru plante şi animale domestice.

Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 306.

TESTE DE AUTOEVALUARE

50. Ce sunt organele timpanale? Precizați structura şi poziția lor pe corp.

51. Menționați structurile sistemului endocrin şi precizați funcțiile pe care le controlează.

52. Clasificați feromonii în funcție de rolul îndeplinit.

53. Cu ce dificultăți se confruntă insectele care se reproduc în mediul terestru.

54.Precizați deosebirea dintre metamorfoza ametabolă, hemimetabolă şi holometabolă.

10.2.5.Subphylum Myriapoda.

(Gr. *myriad*, zece mii + *podos* picior)

Corpul este diferențiat în cap şi trunchi. Există patru perechi de apendice cefalice uniramate.

Cuprinde patru clase: Diplopoda, Chilopoda, Symphya, Pauropoda

10.2.5.1. Clasa Diplopoda

(Gr. *diploos,* dublu+*podos*, picior)

Strămoşii acestui grup au apărut în Devonian şi au fost printre primele animale terestre.

Diplopodele au corpul format din 11-100 segmente, capabil să se înruleze atunci când sunt iritate sau sunt în pericol să se deshidrateze.Corpul este alcătuit din cap cu ochi simpli, o pereche de antene, o pereche de mandibule şi de maxile. Pe fiecare segment abdominal se articulează câte două perechi de apendice şi se deschid două perechi de spiracule ca urmare, probabil, a fuziunii perechilor de somite. Spiraculele se deschid în camere cu aer, conectate la tuburile traheale.

Apendicii segmentului al şaptelea sunt specializați ca organe copulatoare. După copulație, femelele depun într-un cuib ouă pe care le păzesc atent. Formele larvare au doar o pereche de picioare pe fiecare segment.

Numeroase specii prezintă **glande odorante** care secretă acid cianhidric, cu efect repelent asupra altor specii de animale. Acidul cianhidric nu este sintetizat şi acumulat ca atare, pentru că este caustic şi ar distruge țesuturile animalului. Se amestecă cu un precursor şi o enzimă, pe măsură ce se eliberează din compartimente glandulare separate. Substanțele repelente cresc şansele ca diplopodul să fie abandonat de prădător şi scad şansele ca acelaşi prădător să mai încerce să consume diplopode.

Masculii transferă lichidul spermatic cu ajutorul unor apendici troncali modificați, denumiți gonopode sau cu ajutorul spermatoforilor. Ovulele sunt fecundate pe parcursul depunerii lor. Din ele eclozează în câteva săptămâni pui, care dobândesc la fiecare năpârlire mai multe picioare şi segmente.

Cele mai multe specii sunt ierbivore, hrănindu-se cu material organic vegetal în descompunere, cu toate că uneori consumă plante vii. Exemple:*Julus, Spirobolus.* (Figura 10.34.).

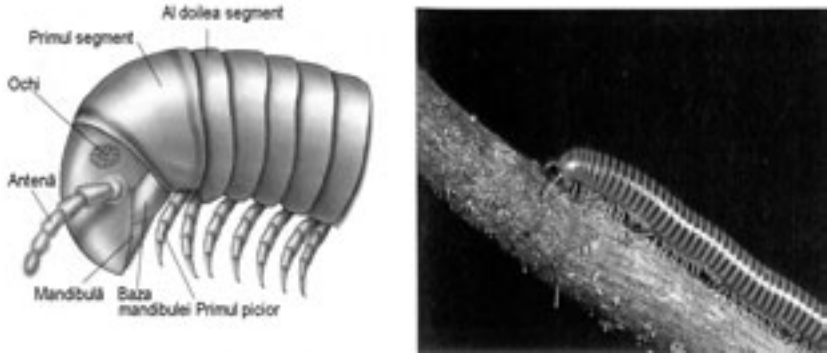


Figura. 10.34. Morfologia externă a diplopodelor (după Hickman şi colab., 2004)

10.2.5.2. Clasa Chilopoda

(Gr.*cheilos,* buză+*podus*, picior)

Sunt animale nocturne, lucifuge, agile, răspândite pe sub buşteni, pietre, frunze. Ca şi diplopodele sunt lipsite de o epicuticulă ceroasă şi supraviețuiesc doar în habitate umede.

Corpul lor este aplatizat dorso-ventral şi prevăzut, pe fiecare segment cu o pereche de apendice locomotoare. Ultima pereche de picioare este transformată în apendice senzoriale.

Sunt prădători agili care se hrănesc cu artropode, râme, melci, unele specii consumă chiar amfibieni sau rozătoare. Ghearele veninoase (**forcipule**) care au provenit prin modificarea maxilipedelor articulate la primul segment al trunchiului, omoară sau imobilizează prada. Maxilipedele împreună cu apendicele bucale rețin prada, în timp ce mandibulele mestecă şi ajută la ingestia ei. În general veninul chilopodelor nu este periculos pentru om cu excepția celui produs de unele specii tropicale.

Reproducerea chilopodelor debutează cu un dans nupțial în timpul căruia masculul depune spermatoforul într-o pânză de mătase pe care o confecționează cu ajutorul glandelor din extremitatea posterioară a corpului. Femela preia spermatoforul pe

care îl introduce prin orificiul genital. Ovocitele sunt fecundate pe măsură ce sunt depuse. Femela se încolăceşte în jurul ouălor, le apără sau le depune în sol. Puii seamănă cu adulții, dar au mai puține segmente şi picioare (Figura. 10.35).

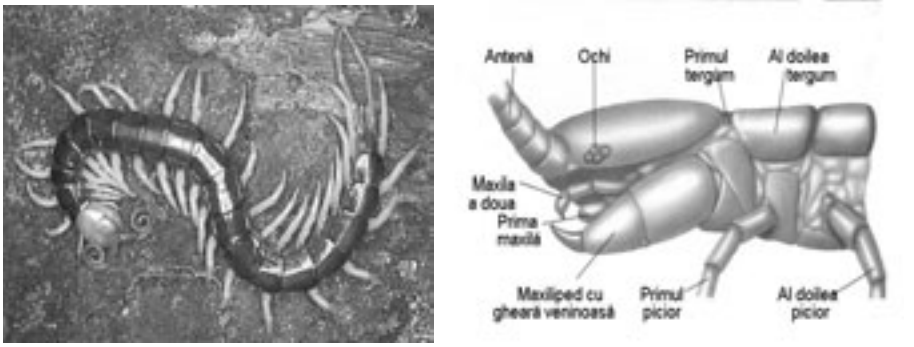


Figura. 10.35. Morfologia externă a chilopodelor (*Scolopendra*) (după Hickman şi colab., 2004)

10.2.5.3. Clasa Pauropoda

(Gr.*pauros*, mic+*podus*, picior)

Este alcătuită din animale cu corp moale, format din 11 segmente, răspândite în litiera pădurilor, unde se hrănesc cu ciuperci, humus, material organic în descompunere. Dimensiunea lor foarte mică, suplețea, scheletul umed permit schimbul de gaze prin suprafața corpului şi difuzia substanțelor nutritive şi a deşeurilor în cavitatea corpului.

Au cap mic cu antene ramificate, lipsit de ochi, dar au o pereche de organe de simț care seamănă cu ochii.

Trunchiul, constituit din 12 segmente poartă, de regulă, 9 perechi de picioare. Prezintă o singură placă tergală care acoperă câte două segmente. Lipsesc traheile, spiraculele, sistemul circulator (Figura 10.36.).

A **B**

Figura. 10.36. A. Pauropod, *B.* B- *Scutigerella* Clasa Symphyla (după Hickman şi colab., 2004)

10.2.5.4. Clasa Symphyla

(Gr.*sym,* acelaşi+ *phyllos*, frunză)

Sunt artropode mici care ocupă solul şi seamănă superficial cu chilopodele. Sunt lipsite de ochi şi prezintă 12 segmente care poartă apendice. Segmentul posterior este prevăzut cu o pereche de peri lungi senzoriali. În mod normal simfilele se hrănesc cu material vegetal în descompunere, unele specii sunt dăunătoare pentru legume şi flori.

10.3.Filogenie

Caracterele comune ale artropodelor şi anelidelor sugerează că ambele filumuri ar fi putut proveni dintr-o linie de protostomieni celomați segmentați, care în timp ar fi format linia protoanelidelor cu parapode, localizate lateral şi linia protoartropodelor cu apendice localizate ventral.

Artropodele reprezintă un grup monofiletic, de mare succes evolutiv, fapt dovedit de marea diversitate de forme ale corpului şi de stilurile de viață foarte diverse care demonstrează radiația adaptativă.

Din punct de vedere evolutiv, Subfilumul Chelicerata este un grup important de animale. Chiar dacă sunt mai puțin numeroase, exoscheletul lor, evoluția sistemelor excretor şi respirator, care au condus la reducerea pierderii apei din organism, au făcut ca membrii acestui subfilum să devină primele animale terestre.

Primele fosile nu sunt ale trilobiților aşa cum ne-am aştepta, ci sunt asemănătoare crustaceilor. Strămoşii crustaceilor, protocrustacei, sunt considerați grupul stem, din care au evoluat alte artropode. Trilobiții au apărut la începutul Cambrianului şi au reprezentat probabil prima linie desprinsă din crustaceii primitivi. Au fost cele mai numeroase artropode până la extincția care s-a petrecut la limita dintre Permian şi Triasic (acum 240 milioane de ani).

Cheliceratele au fost comune în Ordovician (acum 500 milioane de ani) şi din Silurian au devenit primele animale terestre.

Primele miriapode au fost animale marine. Formele terestre s-au alăturat cheliceratelor în cucerirea mediului terestru din Silurian.

Colembolele şi arheognatele au trăit în Devonian şi datează de acum 400 milioane de ani. Dezvoltarea plantelor cu flori, acum 130 milioane de ani, alături de evoluția zborului, au promovat diversificarea rapidă a insectelor în timpul perioadei cretacice.

Hexapodele sunt mai strâns înrudite cu crustaceii decât cu miriapodele. Prin urmare, caracterele comune ale miriapodelor şi hexapodelor sunt convergente şi nu omoloage. Alte caractere, precum ochii compuşi pot fi omoloage.

Liniile crustaceilor moderni au apărut în momente diferite, din crustaceii ancestrali.

Subfilumul Crustacea este parafiletic. Mulți zoologi au considerat că insectele şi miriapodele trebuie alăturate crustaceilor într-un grup denumit Mandibulata pentru că sunt prevăzute cu mandibule. Susținătorii acestei ipoteze se folosesc şi de alte argumente: structura omatidiilor, creierul tripartit, capul format din 5 somite, fiecare cu o pereche de apendice.

Dovezile moleculare susțin monofilia Mandibulatelor.

Printre crustacei, Clasa Remipedia pare să fie cea mai primitivă. Corpul acestor crustacei este lung şi lipsit de tagmatizare posterior capului. Păstrează cordonul nervos dublu pe partea ventrală şi cecumurile digestive dispuse în serie (Figura 10.37).

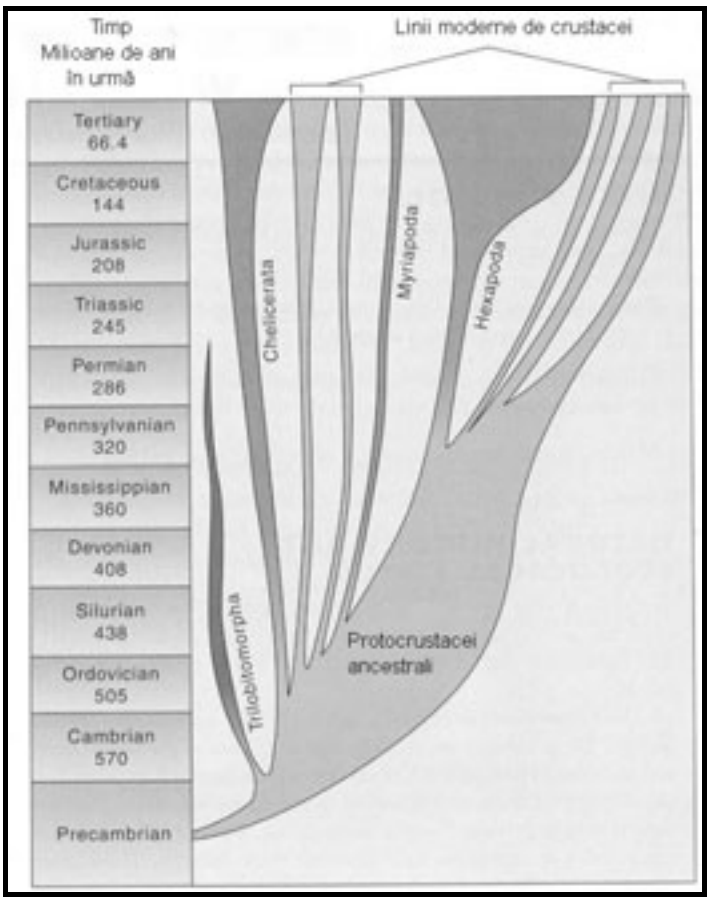


Figura 10.37. Arborele filogenetic al artropodelor (după Miller-Harley, 2005)

10.4. Rezumat

Artropodele sunt animale strâns înrudite cu anelidele, încadrate în patru subfilumuri actuale: Chelicerata, Crustacea, Hexapoda, Myriapoda.

Au corpul metamerizat şi prezintă tagmatizare, sunt protejate de un exoschelet, au un sistem circulator deschis şi majoritatea suferă un proces de metamorfoză în timpul dezvoltării. Speciile din subfilumul extinct Trilobitomorpha, aveau corpul oval aplatizat, format din trei regiuni şi prevăzut cu trei lobi longitudinali. Apendicii erau de tip biramat.

Corpul Cheliceratelor este diferențiat în prosoma şi opistosoma şi prevăzut cu o pereche de chelicere, apendici preorali, cu rol în hrănire.

Subfilumul Crustacea reuneşte specii în general acvatice cu două perechi de antene şi apendice biramate.

Insectele au început cucerirea mediului terestru în Devonian. Succesul lor evolutiv a fost asigurat de dezvoltarea exoscheletului, metamorfoză, posibilitatea de a se deplasa prin zbor.

Din subfilumul Myriapoda fac parte patru clase:

Clasa Diplopoda formată din artropode care au fiecare segment al corpului prevăzut cu câte două perechi de apendice uniramate.

Clasa Chilopoda cu reprezentanți care au corpul aplatizat, constituit din 15 segmente la care se articulează o pereche de apendice locomotoare.

Clasa Pauropoda este alcătuită din animale cu corp moale, care se hrănesc cu fungi, material organic în descompunere.

Clasa Symphyla este formată din reprezentanți care trăiesc în sol şi se hrănesc cu material vegetal în descompunere.

Succesul evolutiv al insectelor se datorează impermeabilității

cuticulei, mecanismelor care reduc pierderile de apă şi capacității lor de a deveni inactive în condiții de viață ostile.

Artropodele din Subphylum Hexapoda au corpul diferențiat în trei regiuni, 5 perechi de apendice cefalice, trei perechi de picioare locomotoare. Acest taxon cuprinde clasele Entognatha şi Insecta.

Zborul insectelor se realizează printr-un mecanism direct sau indirect.

Aparatele bucale ale insectelor sunt specializate pentru rupt şi mestecat, înțepat şi supt, tubul digestiv fiind adaptat pentru aspirarea, stocarea, digerarea substanțelor nutritive şi conservarea apei.

Schimbul de gaze se realizează prin sistemul traheal.

Sistemul nervos este de tip ganglionar, scalariform, ventral cu structuri senzoriale de tipul ochilor compuşi, oceli, organe timpanale.

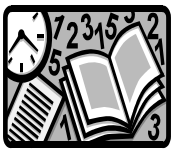
Organele de excreție sunt tuburile Malpighi care transportă acidul uric în tractul digestiv. Transformarea deşeurilor azotate în acid uric, conservă apa, dar consumă cantități relativ mari de energie. Au sexe separate şi fecundație externă. Toate suferă metamorfoză în timpul dezvoltării.

Hormonii reglează năpârlirea şi metamorfoza.

Numeroase specii emit feromoni, compuşi chimici care modifică funcțiile şi comportamentul altui individ din aceeaşi specie.

Metamorfoza, proces caracteristic insectelor, este controlată de secreții endocrine şi neuroendocrine. Există trei tipuri de metamorfoză: ametabolă, hemimetabolă, holometabolă.

Artropodele sunt considerate un grup monofiletic, crustacei ancestrali fiind probabil stocul din care au evoluat alte artropode. Crustaceii formează un grup parafiletic.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 306.

TESTE DE AUTOEVALUARE

55. Numiți subfilumurile de artropode şi dați câteva exemple din fiecare.

56. Alegeți varianta corectă. O caracteristică majoră a artropodelor este :

a) celula cu flamură
b) simetria radiară
c) un cordon nervos dorsal
d) un exoschelet chitinos
e)toate variantele de mai sus.

57. Alegeți varianta corectă. Care dintre următoarele animale este cel mai înrudit cu păianjenii:

a) scorpionii
b) lăcustele
c) gândacul de bucătărie
d) țânțarul
e) scolopendra

58. Alegeți una dintre variante astfel încât afirmația să fie corectă. La artropode năpârlirea este necesară pentru că:

a) un exoschelet chitinos nu poate creşte
b) în general numărul apendicelor artropodelor creşte odată cu vârsta
c) mediul degradează exoscheletul şi de aceea trebuie înlocuit
d) exoscheletul este resorbit progresiv de țesutul corpului
e) nici una dintre variantele de mai sus

59. Alegeți varianta corectă. Metamorfoza completă:
a) caracterizează un stadiu larvar care este deosebit de adult
b) este o caracteristică a evoluției unei minorități de specii de insecte
c) caracterizează stadiile larvare cu antene şi ochi compuşi
d) este însoțită de un rearanjament complet al genomului
e) nu se produce la viespi, albine şi furnici.
60. Alegeți varianta corectă. Cheia succesului şi diversității artropodelor este:
a) larva trocoforă
b) rata reproductivă ridicată
c) un sistem circulator deschis
d) hemolimfă
e) apendice articulate
61. Alegeți varianta corectă. Majoritatea speciilor de animale sunt:
a) insecte
b) deuterostomieni
c) marine
d) acelomate
e) vertebrate
62. Alegeți varianta corectă. La insecte schimbul de gaze este realizat de :
a) tuburi Malpighi
b) plămâni
c) sistem traheal
d) difuzie prin exoschelet
e) toate variantele de mai sus
63. Completați spațiile libere din text cu varianta corectă. Artropodele se aseamănă superficial cu râmele întrucât ambele grupuri_____cele două sunt clar deosebite pentru că artropodele , nu şi râmele_____.
a) au corpurile evident segmentate.....au apendice articulate
b) au sisteme circulatoare închise.....au peri senzoriali
c) sunt cefalizate şi bilateral simetrice....au organe adevărate
d) au un celom adevărat..... sunt protostomieni
e) sunt acelomate.....sunt segmentate.
64. Precizați care sunt mecanismele diferențierii castelor la albine? Răspundeți în maxim 30 de cuvinte.
65. Ce ipoteze explică apariția aripilor şi a zborului la insecte? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).
66. Ce beneficii şi ce prejudicii aduc insectele omului? (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).
67. Descrieți controlul hormonal al metamorfozei la insecte. (Răspundeți în maxim 70 de cuvinte).

10.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare

1)vezi p 254; 2) vezi p 254-255; 3) vezi p 255; 4) protecție, acumulare de energie folosită pentru locomoție, suport pentru inserția muşchilor, rol senzorial, schimb de gaze; 5) vezi p 258; 6) vezi p 258; 7) e; 8) vezi p 260; 9) vezi p 260; 10) vezi p 260 ; 11) a) terestru, b) plămâni, c) trahei, d) carnivor; 12) vezi p 262; 13) vezi p 265; 14) particularități morfologice ale prosomei opistosomei, raportul dintre cele două regiuni (segmentate, fuzionate, unite prin peduncul etc), numărul articolelor apendicilor, funcțiile îndeplinite de apendici; 15) pieptenii sunt apendici senzoriali ai mezosomei scorpionilor, filierele sunt apendici abdominali modificați ai păianjenilor, glandele sericigene, adăpostite în abdomenul păianjenilor, secretă mătasea; 16) opistosoma segmentată, prosoma fuzionată cu opistosoma, picioare lungi, subțiri formate din numeroase articole; 17) *Demodex foliculorum, Sarcoptes scabiei, Dermacentor andersoni*; 18) vezi p 270; 19) vezi p 271; 20) a) cefalotorace, b) abdomen, c) 5, d) 8, e) 6; p 271; 21) vezi p 272-273; 22) p 272; 23) a) pereiopode, b) pleopode; 24) hemocianină; 25) hemoglobină, hemeritrină, clorocrurină; 26) vezi p 276; 27) vezi p 277; 28) vezi p 277; 29) ecdizon; 30) vezi p 278-279; 31) p 281;32) naupliu; 33)a; 34) p 280; 35) p 280; 36) a) marin, b) sessile; 37) vezi p 282; 38) vezi p 283; 39) a) scerite, b) tergit, c) pleure; 40) vezi p 284; 41) p 284; 42) vezi p 286; 43) vezi p 285; 44) vezi p 287; 45) c; 46) a) maxilelor, b) tub; 47) p 289; 48) vezi p 290; 49) vezi p 291; 50) vezp p 293; 51) vezi p 295; 52) vezi p 296; 53) vezi p 296; 54) vezi p 297; 54) Subphylum Chelicerata, Crustacea, Hexapoda, Myriapoda; 55) d; 56) a; 57)a; 58)a; 59) b; 60)a; 61) c; 62) a; 63) reginele sunt femele fertile hrănite în stadiul larvar cu lăptişor de matcă, lucrătoarele sunt femele sterile, trântorii apar prin partenogeneză, din ouă nefecundate;64) vezi p 298-299; 65) vezi p 284; 66) vezi p 299; 67) vezi p 295.

10.6. Instrucțiuni de evaluare

Criterii de evaluare: tutorele va aprecia în lucrarea de verificare a cursanților capacitatea de sinteză a informației, capacitatea de aplicare a cunoştinţelor în contexte noi, însuşirea criteriilor morfologice în identificarea taxonilor studiați, coerența şi logica răspunsurilor, corectitudinea cu care au fost însuşite definițiile, folosirea corectă a termenilor noi, argumentarea logică a teoriilor învățate, aplicarea cunoştinţelor legate de biologia grupului studiat.

Pentru a obține un punctaj favorabil la lucrarea de verificare vă recomand să parcurgeți atent conținutul testelor de autoevaluare şi să verificați corectitudinea cu care ați răspuns la toate sarcinile de lucru.

Exercițiile cuprinse în lucrarea de verificare au punctaj egal (5p).

În cazul în care obțineți la lucrarea de verificare un scor mai mic de 50 de puncte va trebui să revedeți conținutul unității de învățare şi să refaceți lucrarea de verificare.

Rezultatul testului:

Numărul răspunsurilor corecte x 5=_____puncte

Punctajul maxim 100 puncte.

Ponderea lucrării de verificare este de 3,33% din evaluarea finală.

10.7. Lucrare de verificare

V.10.1. Definiți tagmatizarea şi explicați avantajele ei pentru animalele care prezintă metamerie.(Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).

V.10.2. Explicați modul în care aceste animale se deplasează şi cresc în dimensiuni în ciuda prezenței exoscheletului rigid. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

V.10.3. Explicați afirmația conform căreia succesul evolutiv al artropodelor a fost asigurat de apariția exoscheletului.(Răspundeți în maxim 30 de cuvinte. Luați în considerare presiunea exercitată de factorii din mediul terestru).

V.10.4. În ce fel sistemele respirator şi excretor au pregătit aceste animale pentru supraviețuirea în habitatele terestre. (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).

V.10.5. Ce deosebire există între hemocel şi celom?

V.10.6. Descrieți circulația şi respirația la crustacei.

V.10.7. Ce factori considerați că sunt responsabili pentru evoluția corpului puternic modificat al cirripedelor?

V.10.8. Ce dificultăți au de înfruntat animalele care trăiesc şi se reproduc în mediul terestru? (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).

V.10.9. Ce modalități de comunicare folosesc insectele ? Care este scopul comunicării ? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte)

V10.10. Cum se numeşte unitatea fotoreceptoare a unui ochi compus? Care este mecanismul prin care se realizează acomodarea la intensități diferite ale luminii? (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte)

V.10.11. Ce este naupliul?

V.10.12. Explicați mecanismul neuroendocrin care controlează năpârlirea (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).

V.10.13. În ce mod metamorfoza holometabolă reduce competiția dintre stadiile juvenile şi adulți ? (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte, pornind de la definiția metamorfozei holometabole şi de la aspectele de biologie ale diferitelor stadii).

V.10.14. Comparați caracterele artropodelor cu cele ale anelidelor. (Răspundeți în maxim 500 de cuvinte).

V.10.15. Discutați importanța speciilor din Ordinul Acarina pentru om. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

V.10.16. Explicați de ce muşchii zborului indirect se contractă mai rapid decât cei ai zborului direct? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).
V.10.17. Descrieți trei tipuri diferite de aparate bucale la insecte şi explicați adaptările pentru consumul unui anumit tip de hrană. (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).
V.10.18. Descrieți sistemul traheal al unei insecte şi explicați de ce este capabil să funcționeze eficient fără pigmenții care transportă oxigenul în hemolimfă. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte)
V.10.19. Cum se formează acidul uric la insecte? (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).
V.10.20. Enumerați castele existente într-o familie de albine şi funcția pe care acestea o îndeplinesc. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

10.8. Cuvinte cheie

apendice biramate, apendice uniramate, castă, chelicere, exoschelet, hemocel, mandibule, maxile, maxilipede, metamorfoză ametabolă, hemimetabolă, holometabolă, năpârlire, nimfă, ovipar, ovovivipar, pupă, vivipar, zbor direct (sincron), zbor indirect (asincron)

10.9. Bibliografie

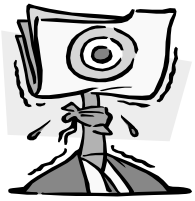
1. Foelix, R.F., 1996. Biology of spiders. New York, Oxford University Press.
2. Giribet, G., Edgecombe, G.D., Wheeler, 2001, Arthropod phylogeny based on eight moleculart loci and morphology. Nature, 413, 157-161.
3. Hickman, C.P., Roberts, L.S., Larson, A., l'Anson, H., 2004. Mc Graw-Hill, Integrated Principles of Zoology, Arthropods, 364-425.
4. Hőlldobler, B.H., Wilson, E.O., 1990. The ants. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
5. Lane, R.P., Crosskey, R.W., 1993. Medical Insects and arachnids. London, Chapman and Hall.
6. Miller, S.A., Harley, J.P., 2005, Zoology, Mc Graw-Hill, The Arthropods:Blueprint for Success 214-250.
7. Panganiban, G., Sebring, A., Nagy, L., Carroll, S., 1995. The development of crustacean limbs and the evolution of arthropods. Science, 270, 1363-1366.
8. Polis, G.A., 1990. The biology of scorpions. Stanford, California, Stanford University Press.
9. Raff, R.A., 1996, The shape of live: genes, development and the evolution of animal form. Chicago, University of Chicago Press.
10. Schultz, J.W., 1990, Evolutionary morphology and phylogeny of Arachnida. Cladistics, 6, 1-38.
11. www.mhhe.com/zoology, Web Links, Phylum Arthropoda, Subphylum Chelicerata, Clasa Arachnida, Subphylum Crustacea

Unitatea de învățare 11
PHYLUM ECHINODERMATA

Cuprins

Obiective 309
11.1. Caractere generale 310
11.2. Clasificare 313
11.2.1. Clasa Crinoidea 313
11.2.2. Clasa Asteroidea 315
11.2.3. Clasa Ophiuroidea 318
11.2.4. Clasa Echinoidea 321
11.2.5. Clasa Holothuroidea 325
112.6. Clasa Concentricycloidea 328
11.3. Filogenie 329
11.4. Rezumat 330
11.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare 331
11.6. Instrucțiuni generale de evaluare 332
11.7. Lucrare de verificare 11 332
11.8. Cuvinte cheie 334
11.9. Bibliografie 334

Obiective



Obiective generale:

- **Compararea caracterelor protostomienilor cu cele ale deuterostomienilor**

Obiective specifice:

La sfârşitul unității de învățare cursanții:

1.Descoperă caracterele prin care echinodermele se deosebesc de alți deuterostomieni.

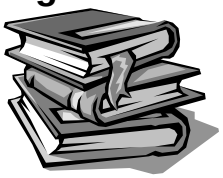
2. Explică legătura dintre modul de viață, tipul de simetrie şi planul de organizare.

3. Aplică în clasificarea echinodermelor criterii morfologice specifice.

4. Identifică factorii de mediu care condiționează răspândirea echinodermelor.

5. Explică şi argumentează relațiile evolutive dintre echinoderme şi cordate.

11.1. Caractere generale



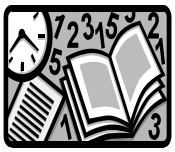
Filumul Echinodermata este reprezentat în prezent în mări şi oceane prin aproximativ 7000 de specii de stele, arici, şerpi, crini şi castraveți de mare.

Dovezile paleontologice demonstrează că echinodermele sunt un grup vechi, care datează din Cambrian. Dacă ținem cont că în cursul evoluției grupului au dispărut aproximativ 12-18 clase şi că în prezent supraviețuiesc reprezentanți din şase clase, putem aprecia că grupul este în declin. Cu toate acestea, trei dintre clasele de echinoderme au înflorit, reprezentanții lor constituind componente majore ale ecosistemelor marine.

Specialiştii consideră că primele echinoderme au fost animale sesile şi au dezvoltat simetria radiară ca pe o adaptare la viața sedentară.

Echinodermele sunt incapabile de osmoreglare, de aceea rareori apar în ape salmastre. Sunt însă răspândite în toate oceanele lumii la toate adâncimile, din regiunea litorală până în cea abisală.

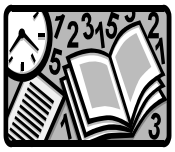
Nu se cunosc echinoderme parazite, dar câteva specii sunt comensale. O mare varietate de animale (alge, protozoare, ctenofori, turbelariate, ciripede, copepode, decapode, melci, scoici, polichete, peşti), parazite sau comensale, se adăpostesc în sau pe corpul echinodermelor.



TEST DE AUTOEVALUARE
1. Credeți că există echinoderme în Marea Neagră? Argumentați răspunsul.

Echinodermele sunt **deuterostomieni**:

- **anusul se diferențiază în regiunea blastoporului**
- **gura se formează secundar**
- **celomul se formează prin enterocelie, din evaginările arhenteronului**
- **segmentarea este nedeterminată, radiară.**



TEST DE AUTOEVALUARE
2.Amintiți-vă principalele caractere ale protostomienilor şi filumurile care aparțin acestei ramuri evolutive

1. Echinodermele prezintă un **endoschelet calcaros** care se formează din țesut mezodermic, acoperit de epiteliu.

Scheletul este alcătuit dintr-o serie de plăci de carbonat de calciu sau de mici osicule diseminate. Plăcile provin din mezoderm, sunt fixate prin țesut conjunctiv şi acoperite de un strat epidermic. Prin îndepărtarea stratului epidermic din anumite regiuni ale corpului, scheletul poate fi expus.

Frecvent scheletul se transformă în spini ficşi sau articulați, care se proiectează pe suprafața corpului.

Evoluția scheletului poate fi considerată răspunzătoare pentru forma pentaradiară a corpului echinodermelor.

Articulațiile dintre două plăci scheletice reprezintă zone slabe ale scheletului.

Organizarea pe tipul cinci este avantajoasă, întrucât articulațiile dintre osiculele scheletice nu sunt niciodată direct opuse una față de cealaltă, ceea ce asigură soliditate scheletului.

2. Adulții prezintă **simetrie pentaradiară** (părțile corpului sunt aranjate în cinci sau multiplu de cinci, în jurul unei axe oral-aborale), în timp ce larvele au simetrie bilaterală.

Nici un alt grup de animale, cu un grad de organizare atât de evoluat, nu prezintă simetrie radiară.

Simetria radiară constituie o adaptare la modul de viață sedentar sau la o deplasare lentă, întrucât permite distribuția uniformă a structurilor senzoriale şi de hrănire pe corpul animalului.

Unele echinoderme moderne, mobile au revenit secundar la forma bilateral simetrică a corpului.

3. Sunt prevăzute cu un **sistem vascular hidraulic,** format din canale pline cu apă, folosit în locomoție, fixare şi hrănire.

Prelungirile canalelor acestui sistem se numesc picioruşe tubulare (picioruşe ambulacrare).

Acest sistem provine dintr-o modificare a celomului şi este căptuşit pe partea internă cu cili.

Sistemul hidraulic vascular (ambulacrar) este format dintr-un canal inelar (care înconjoară gura), din care se desprinde canalul pietros, aflat în legătură cu mediul extern sau cu cavitatea corpului printr-un orificiu, denumit **madreporit**.

La stelele de mare, madreporitul (placa madreporică) este o placă perforată, la alte specii este un simplu orificiu.

Apa care pătrunde prin madreporit înlocuieşte pierderile sistemului vascular hidraulic şi ajută la egalizarea diferențelor de presiune dintre sistemul ambulacrar şi exterior.

Corpii lui Tiedemann reprezintă dilatări ale canalului inelar în care se produc celomocite, celule cu rol fagocitar.

Veziculele Poli sunt saci asociați de asemenea canalului inelar care stochează fluid pentru sistemul ambulacrar.

Din canalul inelar se desprind cinci canale radiare, orientate în brațele stelei de mare.

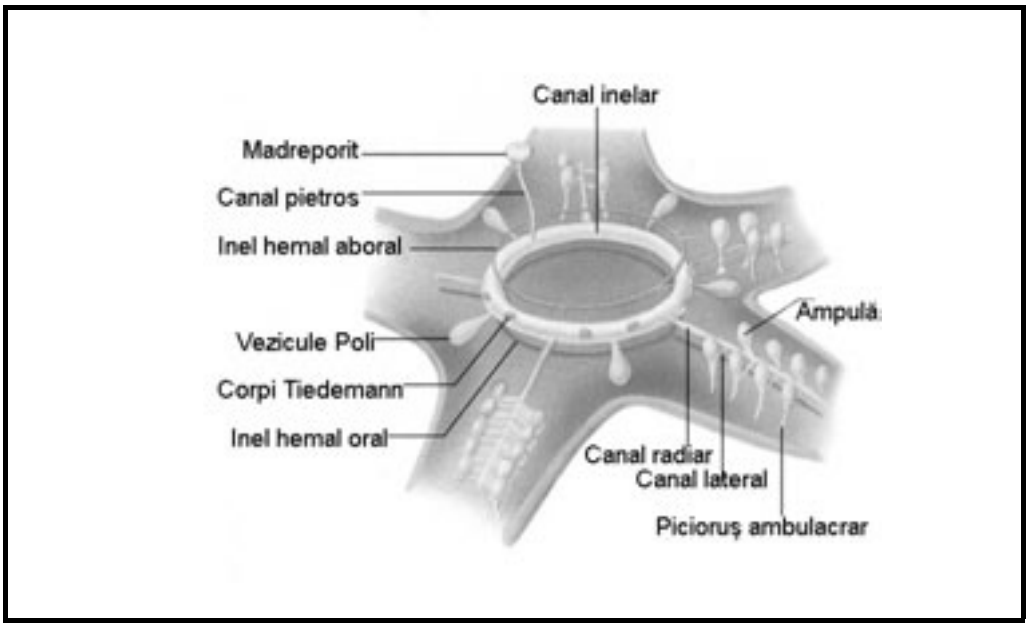
La alte echinoderme, ele sunt localizate în peretele corpului şi se arcuiesc spre polul aboral. Din fiecare canal radiar se ramifică numeroase canale laterale terminate cu câte un picioruş tubular (ambulacrar). Picioruşele tubulare (ambulacrare) reprezintă expansiuni ale sistemului de canale, care proemină în exterior prin orificii ale osiculelor scheletice. În interior, picioruşele tubulare se termină cu o ampulă musculară. Prin contracția ampulei apa pătrunde cu presiune în picioruşul care se alungeşte. Valve specializate împiedică întoarcerea apei din picior în canalul lateral. Frecvent

picioruşele ambulacrare sunt prevăzute, la capătul distal, cu o cupă de sucțiune. Picioruşul se alungeşte, intră în contact cu substratul solid, muşchii cupei de sucțiune se contractă şi creează vid.

Membranele moi ale picioruşelor permit schimbul de gaze respiratorii şi de deşeuri azotate cu mediul înconjurător.

De asemenea picioruşele ambulacrare îndeplinesc rol senzorial (Figura 11.1.).

Figura 11.1. Structura sistemului ambulacrar

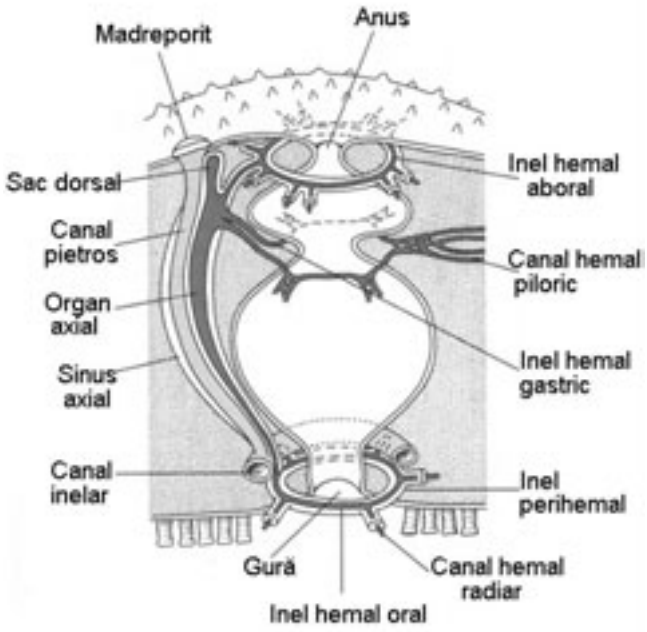


4. Echinodermele prezintă un **sistem digestiv complet** care se reduce secundar la unele specii.

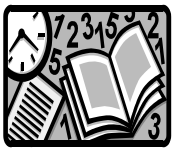
5. **Sistemul hemal** provine din cavitățile celomice, fiind alcătuit din benzi de țesut care înconjoară animalul în apropierea canalului inelar al sistemului vascular hidraulic şi care pătrund în fiecare braț, aproape de canalele radiare.

Fluidul circulă prin sistemul hemal cu ajutorul ciliaturii care căptuşeşte canalele. Nu se cunoaşte funcția acestui sistem. Probabil contribuie la transportul substanțelor, a nutrienților absorbiți din tubul digestiv, al hormonilor, celomocitelor (celule care înglobează şi transportă deşeurile prin organism (Figura 11.2.).

Figura. 11.2. Structura sistemului hemal (după Hickman şi colab., 2004)



6.Sistemul nervos, este format dintr-o rețea nervoasă, un inel nervos şi nervi radiari.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 331

TESTE DE AUTOEVALUARE

3. Precizați patru caractere specifice deuterostomienilor.

4. Ce cauze stau la baza apariției simetriei pentaradiare a corpului echinodermelor?

5. Precizați originea şi trei dintre funcțiile îndeplinite de sistemul vascular hidraulic al echinodermelor.

6. Explicați ce este placa madreporică (madreporit)?

7. Definiți sistemul hemal şi precizați funcțiile pe care le îndeplineşte.

11.2. Clasificare

11.2.1. Clasa Crinoidea

(Gr.*crinon*, crin+*oeides,* în formă de)

Sunt considerate cele mai primitive echinoderme actuale, deosebite de alte forme de echinoderme. Au înflorit în Paleozoic. În prezent sunt descrise aproximativ 630 de specii.

Morfologie

Cuprinde reprezentanți liberi sau fixați de substrat printr-un peduncul, prevăzut cu un disc aplatizat. sau o prelungire radiculară.

Plăcile discoidale ale pedunculului, aparent articulate, se suprapun, fiind consolidate de țesut conjunctiv. Extremitatea nefixată a animalului, denumită **coroană**, este alcătuită din **calyx** şi **brațe**.

Zona aborală a coroanei se fixează de peduncul, fiind susținută de un set de plăci care formează **calyx**-ul. Din acesta se desprind cinci brațe ramificate, întărite de plăci şi prevăzute cu mici ramificații, **pinule**, care le dau un aspect penat.

Picioruşele ambulacrare, în formă de tentacule, sunt dispuse pe două şiruri, în lungul fiecărui şanț ambulacrar.

Lipsesc placa madreporică, spinii şi pedicelariile.

Şanțurile ambulacrare deschise şi ciliate, servesc pentru transportul hranei spre gură. Atât orificiul bucal, cât şi anusul se deschid pe suprafața orală. Orificiul bucal se continuă cu esofagul scurt, intestinal, prevăzut cu diverticule, orientat aboral, care formează o ansă şi se deschide prin anus.

Crinii de mare se hrănesc cu plancton sau particule în suspensie, pe care le procură cu ajutorul brațelor. Organismele planctonice care intră în contact cu picioruşele ambulacrare sunt capturate şi transportate spre orificiul bucal cu ajutorul cililor care căptuşesc şanțurile ambulacrare.

Crinii de mare sunt lipsiți de inelul nervos pe care îl prezintă majoritatea echinodermelor.

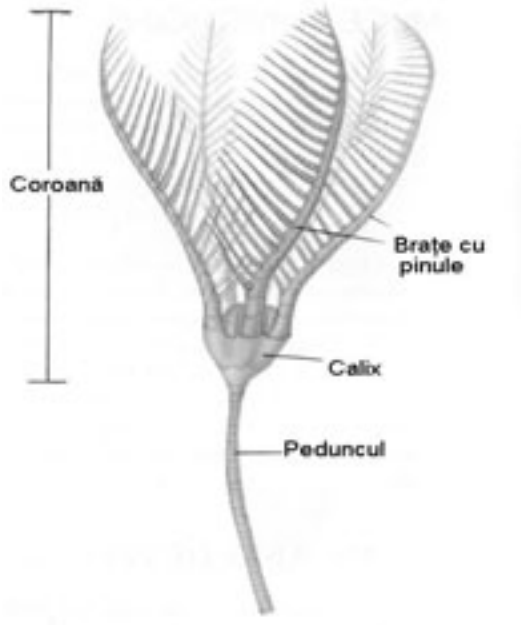
Dintr-o o masă nervoasă cupuliformă se desprind nervi radiari care se prelungesc în fiecare braț şi controlează picioruşele ambulacrare şi musculatura brațelor.

Au sexe separate, unele specii însă sunt hermafrodite proterandre, maturând spermatozoizii înaintea ovulelor. În acest mod este asigurată fecundația încrucişată.

Gameții se diferențiază în celom, din epiteliul germinal şi sunt eliberați prin ruperea pereților brațelor. La unele specii, fecundația se desfăşoară în mediul marin, altele rețin embrionii pe suprafața externă a brațelor.

Metamorfoza începe după fixarea larvelor de substrat. Crinii de mare, ca şi alte echinoderme, pot regenera părțile pierdute ale corpului (Figura 11.3.).

Figura 11.3. Morfologia externă a crinului de mare



11.2.2. Clasa Asteroidea

(Gr. *aster,* stea+*oeides*, în formă de).

Cuprinde echinoderme răspândite pe substrat dur, nisipos, mâlos în mediu marin.

Clasa inventariază aproximativ 1500 de specii viu colorate cu diametru cuprins între 1cm -1m.

Morfologie

Stelele de mare se recunosc după cele cinci brațe bucale nedelimitate net de discul central.

Orificiul bucal se deschide în mijlocul suprafeței orale a discului central, orientat în jos şi înconjurat de spini orali mobili şi de o membrană peristomială.

Suprafața aborală a corpului este întărită de spini mobili sau ficşi. Printre plăcile scheletului, proemină la exterior expansiuni ale cavității celomice, acoperite de epidermă şi căptuşite cu peritoneu denumite, **branhii dermale** sau **papule,** structuri implicate în schimbul de gaze.

Pe suprafața aborală se observă de asemenea structuri asemănătoare unor cleşti, denumite **pedicelarii**, fixate de spini mobili sau fuzionate la osiculele scheletului. Ele curăță şi protejează suprafața corpului.

Pe suprafața orală, de la nivelul orificiului bucal pornesc zonele ambulacrare în lungul fiecărui braț.

În partea mediană a zonei ambulacrare se observă câte un **şanț ambulacrar** al cărui planşeu este constituit din două şiruri de plăci.

Şanțul ambulacrar adăposteşte canalul radiar şi două şiruri de picioruşe ambulacrare.

Şanțurile ambulacrare ale asteroideelor ca şi cele ale crinoideelor sunt deschise.

Deplasarea pe substrat se realizează prin alungirea, fixarea şi contracția picioruşelor ambulacrare. Mişcarea coordonată în aceeaşi direcție a acestora este controlată de sistemul nervos.

Picioruşele ambulacrare sunt prevăzute cu discuri de sucțiune, structuri de fixare care permit stelelor de mare să-şi mențină poziția sau să se deplaseze în ciuda acțiunii valurilor. (Figura 11.4.).

Sub epidermă este plasat **endoscheletul mezodermic**, format din mici plăci calcaroase, legate prin țesut conjunctiv. De la aceste osicule se proiectează spini şi tuberculi care dau aspectul de suprafață spinoasă.

Plăcile sunt străbătute de o rețea de spații, umplute, de obicei, cu fibre şi celule dermale. Această rețea internă se numeşte **stereom** şi este unică printre echinoderme.

Lichidul celomic, bogat în amibocite, scaldă organele interne şi circulă prin cavitatea corpului şi prin papule, datorită curentului creat de peritoneul ciliat al celomului.

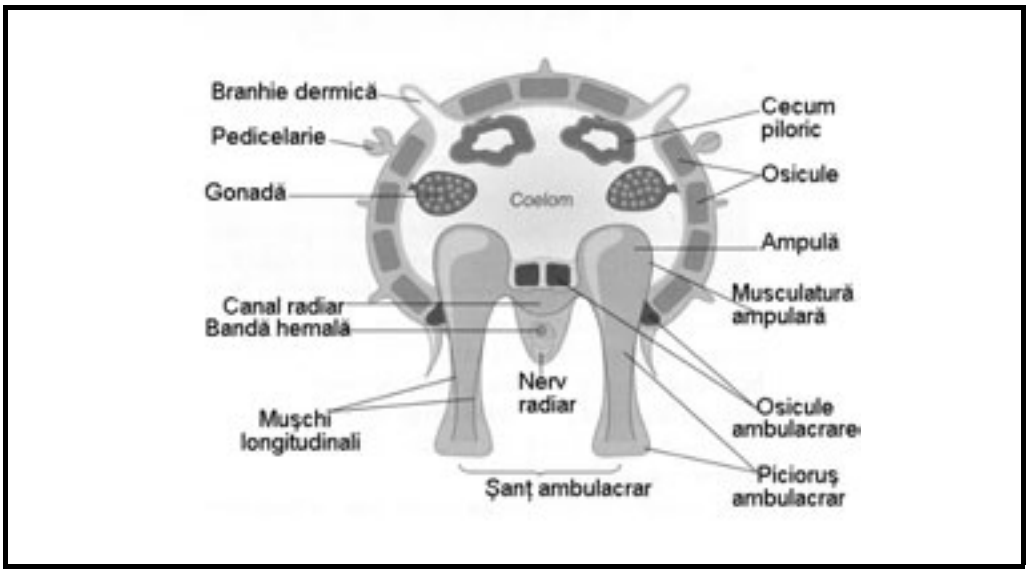


Figura. 11.4. Secțiune transversală prin brațul stelei de mare (după Miller-Harley, 2005)

Sistemul digestiv

Stelele de mare se hrănesc cu particule în suspensie, detritus sau sunt prădătoare, consumând prăzi sedentare sau sesile: melci, scoici, crustacei, polichete, corali.

Gura se deschide într-un scurt esofag, urmat de stomacul larg, care ocupă cea mai mare parte a celomului discului central.

Stomacul este diferențiat în două regiuni:

- **stomacul oral,** regiunea mai mare, care primeşte hrana ingerată
- **stomacul aboral** sau piloric. La acest nivel îşi au originea canale conectate cu **cecumurile pilorice**, structuri situate în lungul brațelor, care îndeplinesc rol secretor şi absorbtiv.

Intestinul scurt, aproape nefuncțional, ajunge la nivelul cecumurilor rectale, deschizându-se pe suprafața aborală a discului central prin anus. Unele specii de stele de mare sunt lipsite de intestin şi de anus (Figura 11.5.).

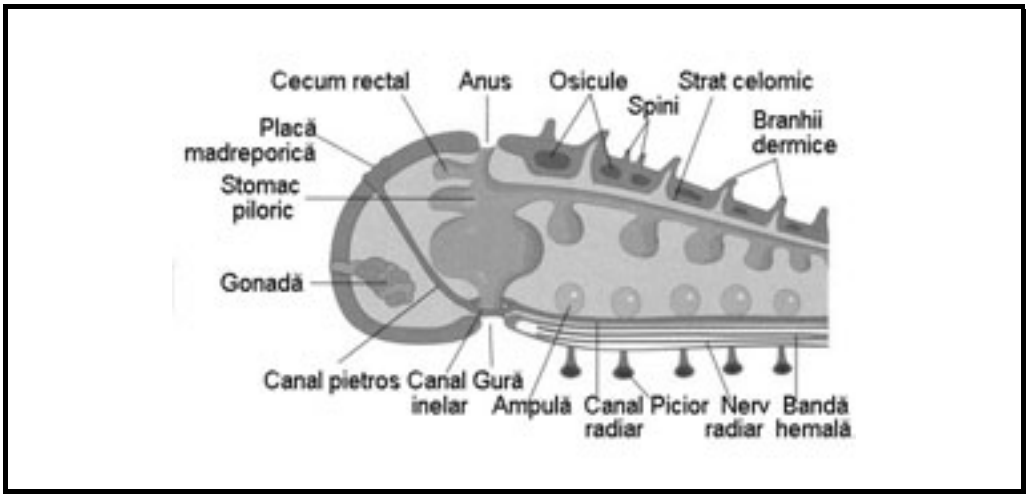


Figura. 11.5. Structura sistemului digestiv şi raportul în care se află cu alte structuri ale corpului (după Miller-Harley, 2004)

. Unele specii de stele de mare ingeră prada întreagă, digerând-o extracelular, la nivelul stomacului. Materialul nedigerat este eliminat prin orificiul bucal.

Scoicile reprezintă uneori hrana preferată dar greu accesibilă.

Stelele de mare înconjoară marginea ventrală a scoicii, picioruşele ambulacrare se fixează pe partea externă a valvei şi musculatura peretelui corpului forțează separarea valvelor. Când valvele s-au depărtat cu 0.1 mm, cresc presiunea lichidului celomic, devaginează porțiunea orală a stomacului şi eliberează enzimele digestive. În cochilia scoicii se produce digestia parțială, care slăbeşte muşchii aductori şi face posibilă deschiderea completă a valvelor.

Țesuturile parțial digerate sunt preluate de porțiunea pilorică a stomacului şi de cecumurile pilorice pentru încheierea digestiei şi absorbției. Stomacul revine la poziția inițială cu ajutorul muşchilor retractori.

Respirația

Gazele, substanțele nutritive, deşeurile metabolice sunt transportate în celom prin difuzie şi prin acțiunea celulelor ciliate care căptuşesc cavitatea corpului. Schimbul de gaze şi excreția produşilor de catabolism, în special amoniac, se desfăşoară prin difuzie la nivelul branhiilor dermale, picioruşelor ambulacrare şi a altor structuri membranoase.

Sistemul hemal cuprinde benzi de țesut care înconjoară gura, aproape de canalul inelar, se extind aboral, aproape de canalul pietros şi se continuă în braț, aproape de canalele radiare. (Figura 11.2.).

Sistemul nervos

Sistemul nervos este alcătuit din trei unități anatomice, situate la diferite niveluri în disc şi brațe.

Cel mai important dintre acestea este sistemul **ectoneural** (oral) format dintr-un **inel nervos,** care înconjoară gura şi din **nervi radiari** care se prelungesc în fiecare braț.

Nervii radiari sunt localizați în şanțurile ambulacrare, ventral în raport cu canalul radiar al sistemului ambulacrar şi cu banda hemală a sistemului hemal. (Figura.11.4.). Nervii radiari coordonează activitatea picioruşelor ambulacrare.

Sistemul hiponeural este format dintr-un inel plasat în jurul anusului şi din nervi radiari în lungul plafonului fiecărui braț.

Există de asemenea un **plex nervos epidermal** care realizează legătura acestor sisteme cu peretele corpului şi o rețea nervoasă în peretele corpului.

Receptorii sunt răspândiți pe suprafața corpului şi pe picioruşele ambulacrare.

Stelele de mare sunt sensibile la lumină, substanțe chimice, stimuli mecanici. Au fost descrişi şi fotoreceptori specializați, situați în vârful brațelor. Aceştia sunt, la origine picioruşe ambulacrare, lipsite de cupe de sucțiune, dar prevăzute cu o pată pigmentară, care înconjoară un grup de fotoreceptori, denumiți **oceli**.

Regenerare, reproducere, dezvoltare

Stelele de mare pot regenera orice parte a unui braț rupt. Câteva specii se pot regenera într-un an, pornind de la un braț rupt, dacă acesta conține şi o porțiune de disc central.

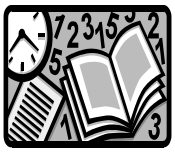
Stelele de mare au sexe separate, dar sunt lipsite de dimorfism sexual.

Fecundația se desfăşoară în mediul extern. Fiecare braț conține o pereche de gonade dilatate în timpul reproducerii. Orificiile genitale se deschid la baza fiecărui braț. Un produs al celulelor neurosecretoare, localizate pe nervii radiari, stimulează maturarea şi eliminarea ovocitelor.

Fotoperioada şi temperatura reglează activitatea sexuală. Odată cu gameții, un individ elimină şi feromoni de împerechere, care stimulează reproducerea altor indivizi din vecinătate, sporind astfel şansele de fecundație.

La unele specii, ouăle sunt reținute la nivelul suprafeței orale sau în structuri specializate aborale, dezvoltându-se direct.

În general au embrioni planctonici care înoată cu ajutorul cililor. După gastrulație se formează o larvă bilateral simetrică, **bipinaria**, care consumă protozoare. Dezvoltarea brațelor larvare se produce în stadiul de larvă **brachiolaria**, care se fixează de substrat printr-un peduncul temporar şi se transformă într-un juvenil.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 331

TESTE DE AUTOEVALUARE

8. Completați spațiile libere din text cu termenii adecvați. Crinii de mare se fixează de substrat prin __a__.Extremitatea nefixată a animalului se numeşte __b__ şi este alcătuită din __c__, __d__ ramificate prevăzute cu __e__.

9. Definiți pedicelariile.

10. Alegeți varianta corectă. Şanțurile ambulacrare ale asteroideelor şi crinoideelor sunt: a) deschise; b) închise; c) absente; d) nici o variantă.

11. Alegeți varianta corectă. Picioruşele ambulacrare ale asteroideelor: a) au discuri de sucțiune; b) nu au discuri de sucțiune; c) sunt prevăzute cu gheare; d) sunt ramificate.

12. Amintiți o particularitate a digestiei stelelor de mare.

13. Precizați originea şi localizarea ocelilor stelelor de mare.

11.2.3. Clasa Ophiuroidea

(Gr. *ophis*, şarpe+*oura*, coadă)

Cu un inventar care depăşeşte 2000 de specii, Clasa Ophiuroidea se constituie în cel mai diversificat grup de echinoderme. Sunt cele mai active echinoderme, deplasându-se cu ajutorul brațelor şi mai puțin cu ajutorul picioruşelor ambulacrare.

Trăiesc pe fundul mărilor şi oceanelor, preferând substratul dur, lipsit de lumină.

Morfologie

Brațele lungi, suple sunt net delimitate de discul central, de formă pentagonală, cu diametru cuprins între 1-3cm.

Se cunosc deopotrivă specii cu şi fără brațe ramificate (Figura 11.6.).

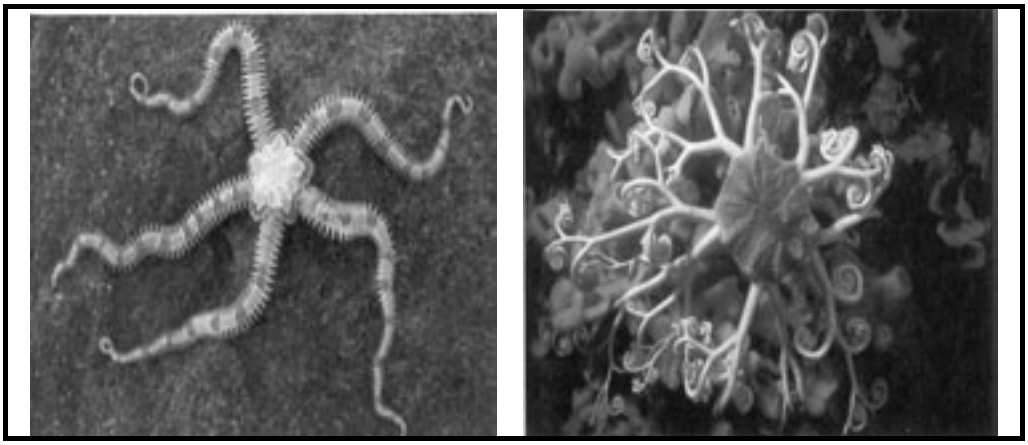


Figura 11.6. Morfologia externă a şerpilor de mare

Sunt lipsiți de branhii şi pedicelarii.

Picioruşele ambulacrare tubulare sunt lipsite de discuri de sucțiune şi de ampule, prelungindu-se ca urmare a contracției musculaturii proximale a picioruşelor.

Spre deosebire de stelele de mare, madreporitul este situat pe una dintre plăcile suprafeței orale şi sistemul ambulacrar nu este folosit în locomoție.

Scheletul şerpilor de mare este particular, asigurând o formă specifică de apucare şi deplasare. Plăcile superficiale care îşi au originea pe suprafața aborală, acoperă suprafețele laterală şi orală ale fiecărui braț. (Figura.11.7).

Şanțul ambulacrar care conține nervul radiar, banda hemală şi canalul radiar, este **închis.**

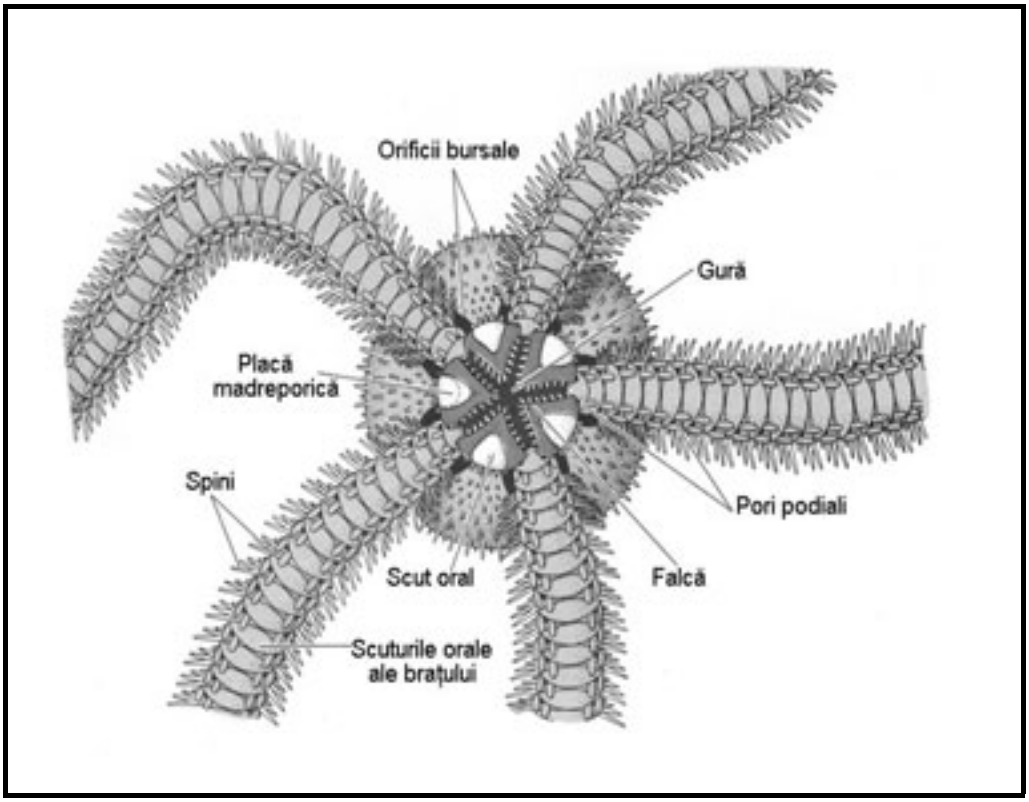
Osiculele ambulacrare ale brațului (denumite vertebre) situate în interior, sunt conectate prin muşchi, acoperite de plăci şi formează o axă de susținere. Ele fac posibilă mişcarea şerpuitoare , încolăcirea în jurul algelor sau penetrarea fisurilor din scheletul coralilor.

În timpul locomoției discul central este menținut deasupra substratului, două brațe trag animalul, în timp ce brațele orientate anterior, sunt târâte .

Sistem digestiv

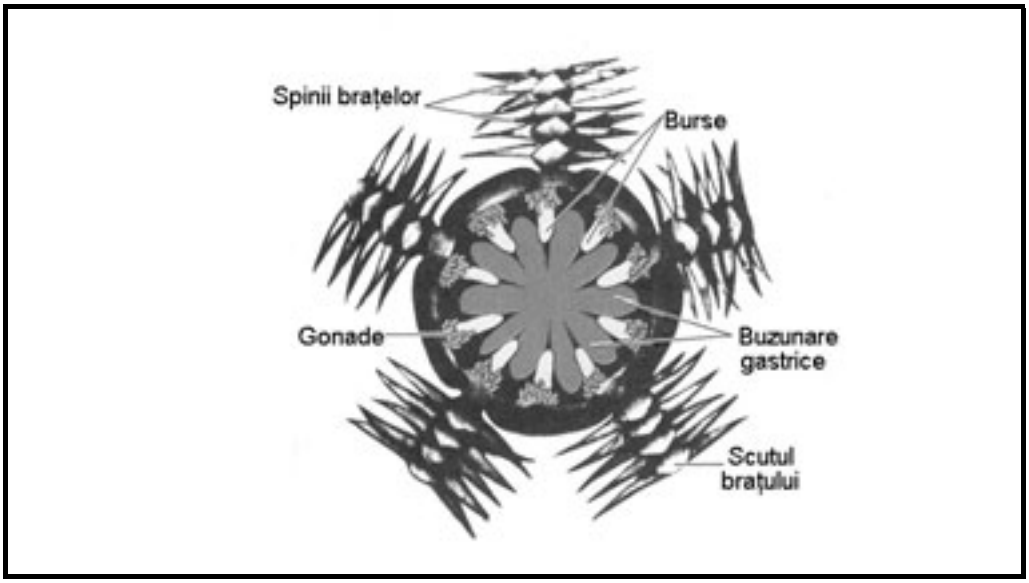
Şerpii de mare sunt fie animale saprofite, fie prădători, consumatori de suspensii, care se hrănesc cu planctonul capturat în mucusul care acoperă picioruşele ambulacrare.

Figura. 11.7. Aspectul general al suprafeței orale la şarpele de mare



Hrana este transferată de la un picioruş la altul, în lungul brațului, până ajunge în gură. Aceasta se deschide în mijlocul discului central , fiind prevăzută cu cinci fălci triunghiulare, care formează un aparat masticator. Gura se continuă cu stomacul saciform. Nu există intestin şi nici o parte a tubului digestiv nu se prelungeşte în brațele bucale. Nu există anus (Figura 11.8.).

Figura 11.8. Structurile discului central . Aspect al suprafeței aborale



La unele specii, plăcile brațelor prezintă adaptări pentru fotorecepție. Structuri mici, sferice de pe suprafața aborală, care funcționează ca microlentile, concentrează lumina pe terminațiile nervoase situate dedesubt.

Viscerele sunt aglomerate în discul central.

Celomul este redus şi limitat în principal la discul central. Distribuția nutrienților, a gazelor sau deşeurilor va depinde de fluidul celomic şi de celomocitele acestuia.

Principalul produs de catabolism este **amoniacul**. Acesta se elimină din organism prin difuzie, la nivelul picioruşelor ambulacrare şi a unor saci membranari, **burse,** care se invaginează la nivelul suprafeței orale a discului central. Fantele bursale, deschise la baza brațelor bucale, permit cililor să introducă sau să elimine apa din burse.

Şerpii de mare aflați în pericol sau apucați îşi rup brațele prin contracția anumitor muşchi, proces denumit **autotomie**. Acest mecanism asigură în natură apărarea organismului. Ulterior brațul se poate regenera.

La nivelul discului central există linii de fisiune pe direcția cărora se produce ruperea animalului în două, urmând să se regenereze doi indivizi.

Şerpii de mare au sexe separate şi dimorfism sexual. Masculii sunt mai mici comparativ cu femelele, care-şi transportă uneori partenerii.

Gonadele sunt plasate în peretele celomic al fiecărei burse, în care sunt eliminați şi gameții. Ovocitele ajung în mediul extern sau sunt reținute şi fecundate în burse, unde au loc primele etape ale dezvoltării. Embrionii sunt protejați în burse şi uneori sunt hrăniți de părinți. Juvenilii părăsesc corpul prin fantele genitale sau prin ruperea discului aboral.

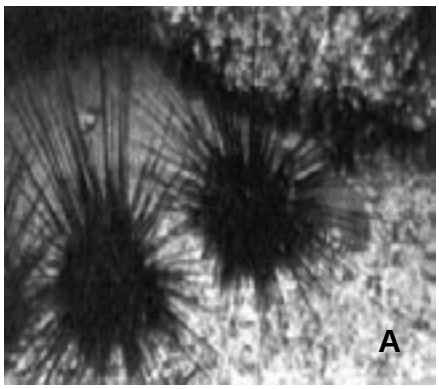
Ophiopluteus este stadiul larvar planctonic al şerpilor de mare, echipat cu brațe lungi, ciliare, folosite pentru procurarea planctonului. Acest stadiu va suferi un proces de metamorfoză înainte de a se afunda în substrat.

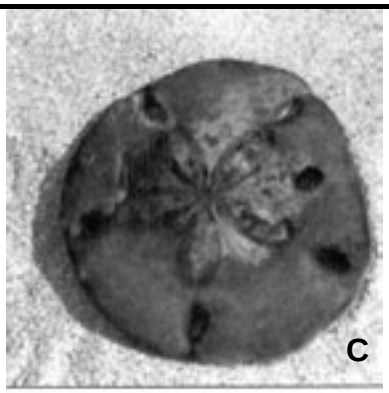
11.2.4. Clasa Echinoidea

(Gr.*echinos*, spinos+*oeides*, în formă de).

Inventariind aproape 1000 de specii, echinoideele apar constant în toate mediile marine. Trăiesc pe fundul oceanului şi întotdeauna păstrează suprafața orală în contact cu substratul. Aricii de mare din Subclasa Regularia, radiar simetrici, preferă substraturile dure şi se hrănesc cu alge şi detritus, se deplasează cu ajutorul picioruşelor ambulacrare şi al spinilor, spre deosebire de cei din Subclasa Irregularia, care au revenit secundar la simetria bilaterală, au spini foarte scurți, folosiți în deplasare, sunt răspândiți pe substrat nisipos şi consumă mici particule alimentare (Figura 11.9.)

Numeroase specii s-au adaptat la viața pe substrat dur, altele trăiesc îngropate în nisip sau mâl.





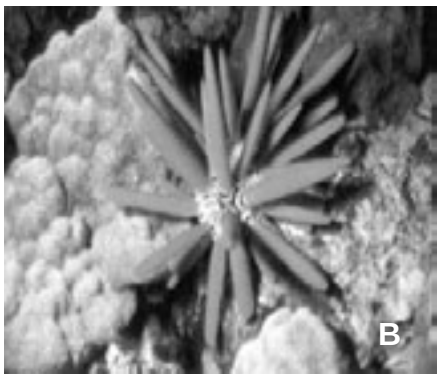


Figura.11.9.
Subclasa Regularia
A *Diadema antilarum;*
B- *Heterocentrotus mammilatus*
Subclasa Irregularia
C- *Encope micropora*

Morfologie

Corpul lor are aspect discoidal sau globular, fiind lipsit de brațe, prevăzut cu spini mobili şi întărit de un țest (schelet) constituit din plăci strâns articulate.

Cea mai importantă modificare a planului de organizare constă în extinderea suprafeței orale spre partea aborală, încât zonele ambulacrare ajung aproape de anus, la nivelul membranei periproctale.

Scheletul cuprinde 10 şiruri duble de plăcuțe, strâns articulate, care se arcuiesc între suprafețele orală şi aborală. Cinci dintre acestea au plăcuțele prevăzute cu orificii pentru picioruşele ambulacrare şi formează **zonele ambulacrare**. Acestea sunt dispuse alternativ cu cinci şiruri duble de plăcuțe, care formează **zonele interambulacrare**, pe suprafața cărora se observă spinii, articulați pe tuberculi. Spinii sunt acționați de muşchii plasați la bază, pot fi ascuțiți sau goi şi conțin un venin toxic şi foarte periculos pentru scufundători. (Figura 11.10.).

Pedicelariile, prevăzute cu două sau trei fălci, sunt fixate de peretele corpului printr-un peduncul. Acestea curăță corpul de resturi şi capturează larvele planctonice, o importantă sursă de hrană. Pedicelariile sunt în acelaşi timp organe defensive, conectate la saci veninoşi, prin care se inoculează substanțe toxice în corpul prădătorilor.

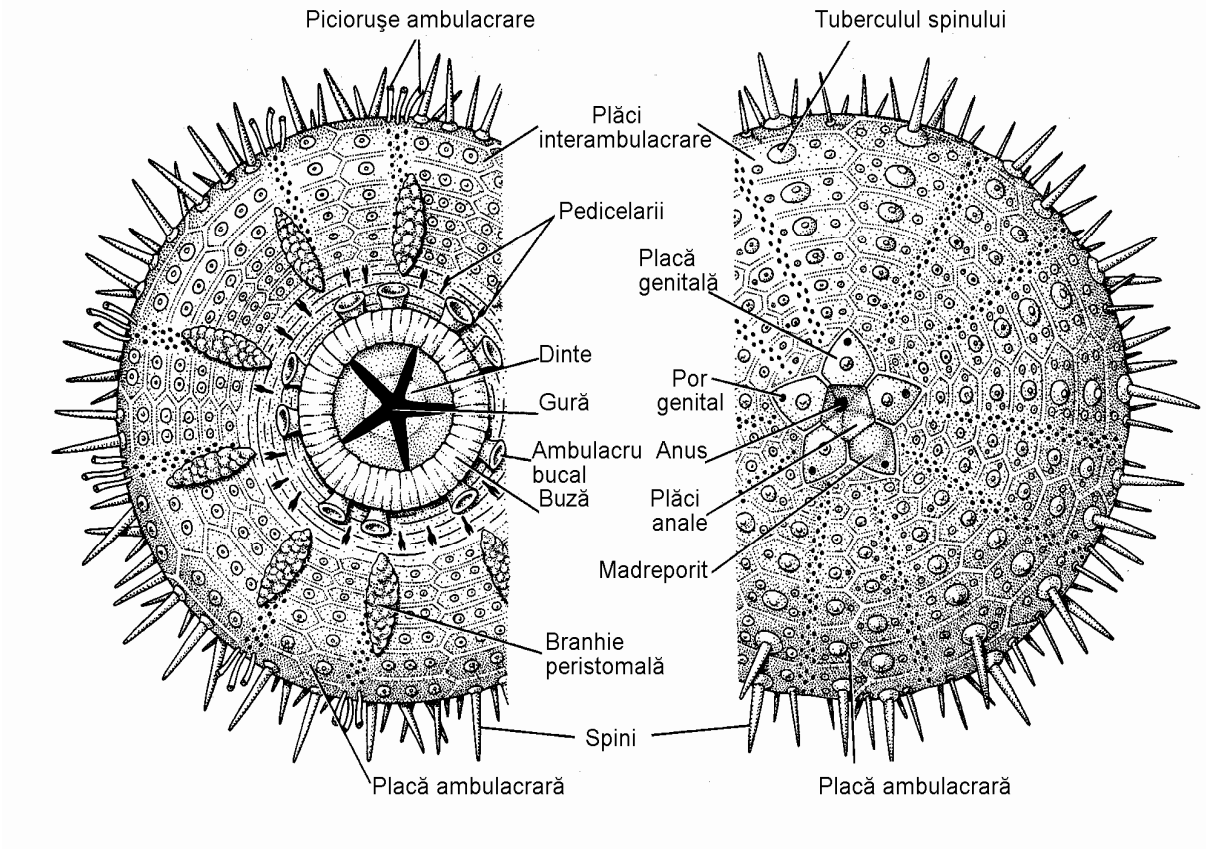


Figura. 11.10. Structura scheletului la ariciul de mare (după Hickman şi colab., 1997)

Şanțurile ambulacrare sunt închise. Canalele radiare ale sistemului ambulacrar sunt situate în peretele intern al corpului, între polii oral şi aboral, sub țest.

Picioruşele ambulacrare sunt prevăzute cu ampule, situate sub țest şi cupe de sucțiune. Fiecare ampulă comunică cu picioruşul său prin două canale, care traversează placa ambulacrară.

Sistemul ambulacrar se deschide în exterior prin porii plăcii aborale (madreporice) (Figura. 11.11.).

Locomoție

Aricii de mare se deplasează cu ajutorul spinilor, care se înfig în substrat şi al picioruşelor ambulacrare, care trag corpul. Uneori sapă depresiuni cupuliforme sau adăposturi adânci, pentru a evita forța valurilor şi curenților. Pentru substrat moale folosesc spinii, pentru substrat dur (piatră sau coral) folosesc piesele lanternei lui Aristotel.

Sistem digestiv

Echinoideele se hrănesc cu alge, briozoare, polipi, cadavre. Ambulacrele bucale din jurul gurii manipulează hrana. Din cavitatea bucală se proiectează un aparat masticator, **lanterna lui Aristotel**, format din 35 de plăci şi muşchii lor, care taie hrana în fragmente mici, proprii pentru ingestie.

Cavitatea bucală este urmată de faringe, esofag şi intestin lung, spiralat, deschis pe suprafața aborală, prin anus. Un **sifon** ciliat asigură legătura esofagului cu intestinul, permițând apei să evite stomacul, concentrând şi pregătind hrana pentru digestia din intestin.

Gura aricilor din Subclasa Irregularia, de asemenea prevăzută cu dinți, este situată excentric, pe fața orală, în timp ce anusul migrează spre marginea posterioară sau pe fața orală a discului. Această modificare impune diferențierea unei axe antero-posterioare şi revenirea la simetria bilaterală.

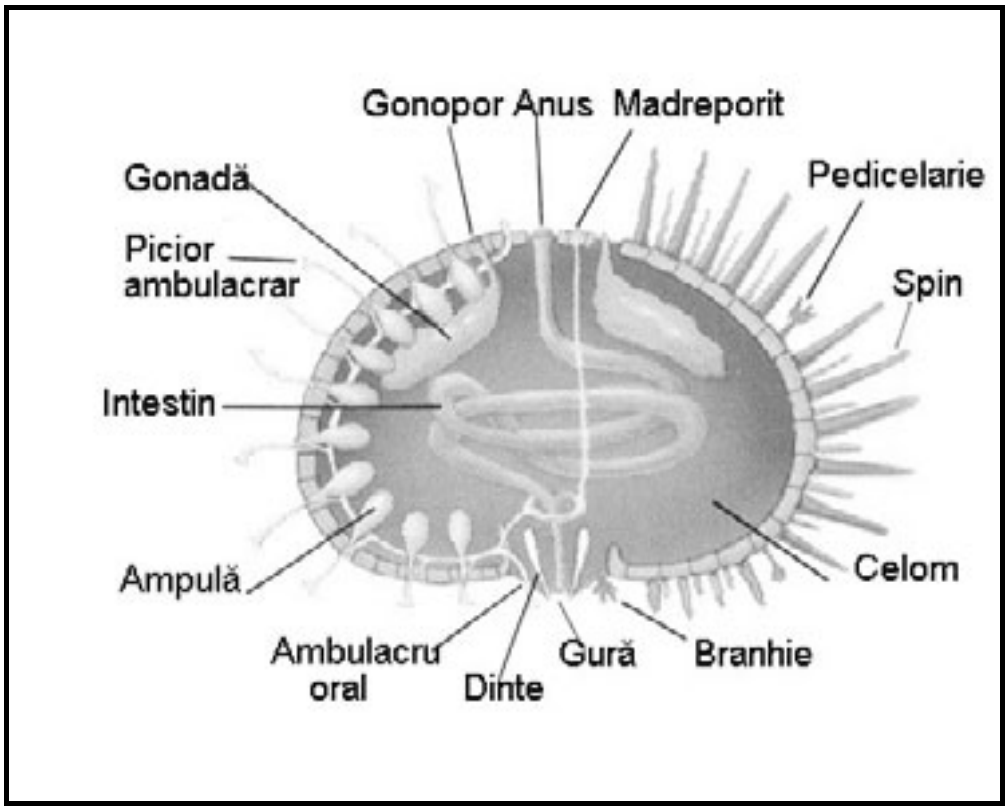


Figura 11.11. Organizarea internă la ariciul de mare (după Miller-Harley, 2005)

Sistemul respirator

Aricii de mare au un celom spațios, fluidul conținut, reprezentând un mediu circulator primar. La nivelul membranei peristomiale (care înconjoară gura) sunt situate **branhiile**, evaginări ale peretelui corpului, căptuşite cu epiteliu ciliat. Schimbul de gaze se desfăşoară, prin difuzie, la nivelul epiteliului branhial sau al picioruşelor ambulacrare. Curenții ciliari modifică presiunea în celom şi prin contracția muşchilor lanternei lui Aristotel, lichidul celomic este împins sau retras din branhii.

La aricii din Subclasa Irregularia podiile respiratorii au pereți subțiri, aplatizați şi sunt dispuse în câmpuri ambulacrare pe suprafața aborală, denumite **petaloide.** Speciile acestei subclase prezintă în zonele ambulacrare şi uneori interambulacrare şi podii scurte, cu ventuze, folosite pentru manipularea hranei.

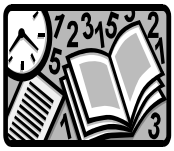
Reproducerea

Aricii de mare au sexe separate. Gonadele sunt situate pe peretele intern al plăcilor interambulacrare şi umplu cavitatea celomică în cursul perioadei de reproducere. Pe fiecare placă genitală de pe suprafața aborală, se deschide câte un orificiu genital. Unele specii au doar patru gonade şi pori genitali.

Gameții sunt eliminați în apă, unde are loc fecundația.

În cursul dezvoltării apare larva planctonică **pluteus**, care se metamorfozează, transformându-se după câteva luni în adult.

La aricii de mare s-a descris pentru prima oară **partenogeneza artificială**, proces prin care ovocitele, în mediu hiperton sau supuse unor stimuli, înaintează în dezvoltare, în absența spermatozoizilor.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 331

TESTE DE AUTOEVALUARE

14. Precizați poziția medreporitului la şerpii d mare.

15. Definiți autotomia şi explicați importanța ei.

16. Ce deosebiri morfologice există între aricii de mare din Subclasa Regularia şi cei încadrați în Subclasa Irregularia? (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).

17. Ce modificare majoră s-a produs în planul de organizare al echinoideelor?

18. Completați spațiile libere cu termenii corespunzători. La aricii de mare şanțurile ambulacrare sunt __a__. Canalele radiare ale sistemului ambulacrar sunt situate în __b__ corpului între polii oral şi aboral. Picioruşele ambulacrare sunt prevăzute cu __c__, situate sub țest şi __d__.

19. Precizați ce este lanterna lui Aristotel şi ce funcție îndeplineşte?

11.2.5. Clasa Holothuroidea

(Gr. *holothourion*, castravete+ *oeides,* în formă de)

Cele aproximativ 1500 de specii bentonice, descrise până în prezent, au dimensiuni cuprinse între 10-30 cm, sunt răspândite în toate mările şi oceanele şi obişnuiesc să se târască pe substrat dur sau să sape în substraturi moi.

Morfologie

Sunt consumatori de suspensii sau depozite.

Corpul lor moale este lipsit de brațe şi alungit pe traseul axei oral-aborale.

Contactul permanent cu substratul, prin partea ventrală, aplatizată a corpului (**talpă**), a condus la reapariția simetriei bilaterale a corpului.

În jurul orificiului bucal există picioruşe ambulacrare hipertrofiate, puternic modificate, denumite **tentacule**.

Peretele corpului este gros, musculos, lipsit de spini scheletici şi pedicelarii.

Sub epidermă este situată derma, un strat gros de țesut conjunctiv, în care sunt îngropate plăcile scheletice. Acestea au dimensiuni reduse şi nu influențează forma corpului. Plăci mai mari formează un inel calcaros, care înconjoară capătul oral al tractului digestiv, servind ca suprafață de inserție pentru muşchii peretelui corpului.

Sub stratul dermic este localizat un strat de muşchi circulari care acoperă muşchii longitudinali.

În țările asiatice peretele muscular al castraveților de mare se consumă fiert şi uscat sub forma unui preparat denumit trepang.

Placa madreporică este situată în celom şi sistemul ambulacrar este plin cu lichid celomic. Din canalul inelar care înconjoară capătul oral al tractului digestiv se desprind 1-10 vezicule Poli, 5 canale radiare şi canalele care pătrund în tentacule.

Canalele radiare şi picioruşele ambulacrare, prevăzute cu ampule şi cupe de sucțiune sunt dispuse între polii oral şi aboral.

Partea corpului care vine în contact cu substratul conține trei şiruri de picioruşe ambulacrare, care îndeplinesc rol locomotor şi de fixare. Celelalte două şiruri de picioruşe ambulacrare, localizate pe suprafața dorsală a corpului, sunt reduse în dimensiuni, lipsite de ventuze, uneori absente. Ele îndeplinesc rol senzorial.

Picioruşele ambulacrare, cu excepția tentaculelor orale, lipsesc la formele săpătoare.

Locomoția

Castraveții de mare sunt animale târâtoare, săpătoare, uneori înoată prin mişcări ondulatorii. Locomoția cu ajutorul picioruşelor ambulacrare este ineficientă pentru că acestea nu sunt ancorate de plăcile peretelui corpului. Frecvent locomoția se realizează prin contracțiile muşchilor peretelui corpului, care produc unde propagate în lungul corpului.

Sistemul digestiv

Majoritatea speciilor de castraveți de mare ingeră particule de materie organică, reținute în mucusul care acoperă tentaculele.

Tubul digestiv este format din stomac, intestin lung şi încolăcit, rect şi anus.

Tentaculele sunt introduse în gură unde este reținută hrana.

Celomocitele participă la digestie: secretă enzime care traversează peretele intestinal, preiau şi distribuie produşii rezultați din digestie (Figura. 11.12.).

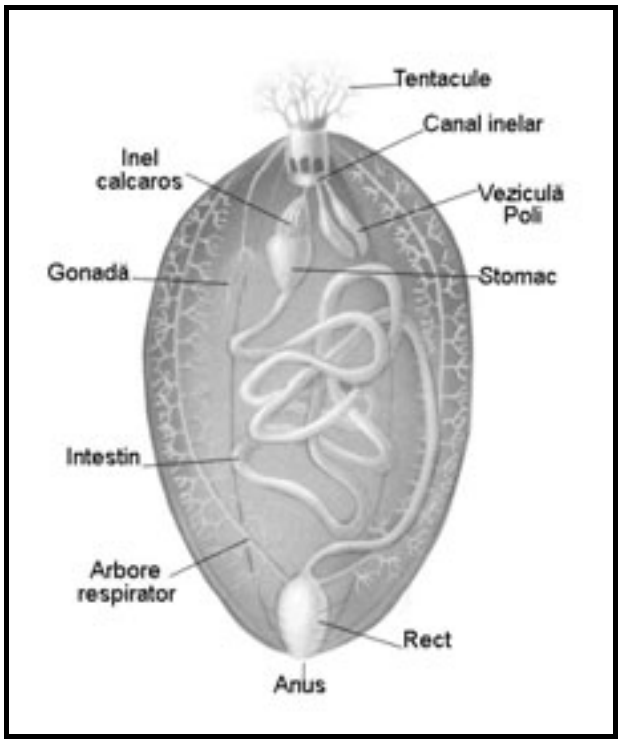


Figura. 11.12. Organizarea internă la castravetele de mare (după Miller-Harley, 2005)

Sistemul respirator

Castraveții de mare au un celom spațios. Ciliatura care căptuşeşte cavitatea celomică antrenează fluidul, transportând gazele respiratorii, deşeurile şi nutrienții. Schimbul de gaze se desfăşoară la nivelul tegumentului şi picioruşelor ambulacrare.

Sistemul hemal, format dintr-o rețea de canale şi sinusuri largi cu lichid celomic, transportă substanțe.

Rectului i se ataşează o pereche de tuburi, ramificate în tot corpul, care formează **arborele respirator**.

Apa este condusă prin sistemul de tuburi datorită efectului de pompare produs de rect: când rectul se dilată, apa intră prin anus în rect, prin contracția simultană a rectului şi a sfincterului anal se forțează pătrunderea apei în arborele respirator. Apa părăseşte sistemul de tuburi prin contracția acestora. Gazele respiratorii şi deşeurile azotate sunt eliminate din celom în mediul extern prin intermediul acestui sistem de tuburi.

Sistemul nervos

Sistemul nervos, asemănător celorlalte echinoderme, prezintă suplimentar ramificații nervoase care inervează tentaculele şi faringele.

La unele specii au fost identificați statocişti, la altele s-au descris fotoreceptori cu structură complexă.

Întrucât nu au structuri specializate de apărare, la unele specii, în pereții corpului se produc toxine sau se devaginează prin anus tuburile arborelui respirator (tuburi Cuvier). Acestea conțin secreții lipicioase şi toxine, capabile să imobilizeze prădătorii.

Există situații de stres chimic sau fizic în care animalul, ca reacție de apărare, se eviscerează, prin contracția puternică a peretele corpului. Presiunea ridicată care se creează determină expulzia arborelui respirator prin tractul digestiv şi a gonadelor prin anus.

În mediul natural indivizii mutilați îşi regenerează părțile pierdute ale corpului. Procesul este însă anevoios sau nu are loc dacă animalul este captiv.

Reproducere

Castraveții de mare au sexe separate, prezentând o singură gonadă, situată în partea anterioară a celomului şi un orificiu genital deschis la baza tentaculelor.

Fecundația are loc în mediul extern. Uneori femelele transferă ouăle pe suprafața corpului.

S-a semnalat şi situația în care ovocitele sunt eliberate în cavitatea corpului, unde sunt fecundate şi începe dezvoltarea embrionară, puii urmând să fie eliminați printr-o fisură a peretelui corpului.

Din embrion se dezvoltă o larvă planctonică, **auricularia**, care se metamorfozează înainte de a se fixa de substrat.

Castraveții de mare se pot înmulți şi prin diviziune transversă, urmată de regenerarea părților pierdute.

11.2.6.Clasa Concentricycloidea

A fost descoperită recent, în 1986, fiind reprezentată prin două specii de margarete de mare, care măsoară un diametru mai mic de 1 cm. Şi trăiesc la adâncimi de 1000 m, în apropierea Noii Zeelande,

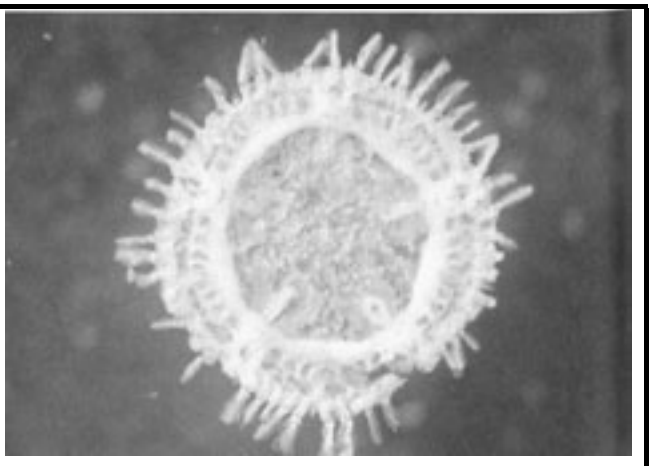
Corpul discoidal, lipsit de brațe, prezintă simetrie pentaradiară şi două inele hidraulice vasculare. Inelul intern corespunde probabil canalului inelar al sistemului ambulacrar, descris la stelele de mare. Inelul extern conține picioruşele ambulacrare şi ampulele.

Un hidropor, omolog cu placa madreporică, face legătura dintre canalul inelar intern şi suprafața aborală, corespunzând canalelor radiare ale asteroideelor.

Una dintre specii nu are tract digestiv, suprafața orală fiind acoperită de o membrană, **velum,** aplicată pe substrat, care digeră şi absoarbe particule alimentare. Cealaltă specie are un stomac sacular, dar este lipsită de intestin şi de anus.

În interior există cinci perechi de pungi care rețin embrionii în cursul dezvoltării (Figura. 11.13.).

Figura. 11.13. Margarete de mare, echinoderme descoperite recent în apropierea Noii Zeelande



11.3.Filogenie

Cei mai mulți specialişti consideră că echinodermele provin dintr-un strămoş comun împreună cu hemicordatele şi cordatele, datorită caracterelor de deuterostomian pe care le au în comun.

Deşi echinodermele adulte sunt radiar simetrice, au evoluat din strămoşi bilateral simetrici. Dovada o constituie stadiile larvare care prezintă simetrie bilaterală şi unele forme extincte.

Simetria radiară a apărut în cursul trecerii de la un mod de viață activ la unul sedentar. Dintre grupele de echinoderme actuale, cele mai apropiate de primele formele fosile sunt crinoideele. Întrucât acestea folosesc sistemul ambulacrar pentru hrănirea cu suspensii şi mai puțin pentru locomoție, este posibil ca funcția primordială a acestui aparat să fi fost de hrănire.

Primele echinoderme probabil aveau gura orientată în sus, erau fixate pe fața aborală şi foloseau brațele şi picioruşele ambulacrare pentru a captura şi conduce hrana în gură.

Endoscheletul calcaros a apărut din necesitatea de a susține brațele filtratoare alungite şi de a proteja aceste animale sesile.

Formele moderne sunt mai mobile, caracter apărut secundar. Schimbarea poziției gurii, spre substrat, a fost avantajoasă pentru formele prădătoare şi saprofite. Ca o consecință a trecerii formelor moderne la o locomoție şi o hrănire mai active, sistemul ambulacrar a evoluat prin apariția ampulelor, discurilor de sucțiune şi a tentaculelor hrănitoare. Faptul că modul de viață liber a apărut secundar, este dovedit de suprapunerea simetriei bilaterale peste forma pentaradiară a corpului la holoturi şi la aricii de mare din Subclasa Irregularia.

Relațiile evolutive dintre clasele de echinoderme nu sunt clare, însă majoritatea taxonomilor sunt de părere că echinoideele şi holoturoideele sunt grupuri strâns înrudite.

Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 331

TESTE DE AUTOEVALUARE

20. Alegeți varianta corectă. Stelele şi aricii de mare sunt membrii ai filumului:

a) Echinodermata;b) Annelida;c) Plathelminthes;d) Mollusca;e) Rotifera

21. Care dintre următoarele afirmații referitoare la echinoderme este falsă:a) toate au simetrie radiară în stadiul de adult;b) formele larvare prezintă dovezi de simetrie bilaterală, care sunt pierdute în stadiul de adult; c) membrii acestui filum cuprind insectele;d) toate prezintă un sistem vascular hidraulic care permite mişcarea prin picioare tubulare;e) multe specii prezintă un schelet calcaros intern şi proiecții dermale spinoase.

22. Alegeți varianta corectă. O stea de mare şi o sepie aparțin filumurilor:a) Echinodermata...Mollusca;b) Plathelminthes...Arachnida;c)Cnidaria...Chordata;d)Porifera..... Arthropoda;e) Echinodermata...Rotifera

23. Alegeți varianta corectă. Sistemul hidraulic vascular al stelei de mare are rol în :a) deplasarea picioarelor tubulare;b digestie;c) pomparea apei pentru mişcări de înot;d) eliminarea deşeurilore) păstrarea umidității tuturor părților corpului în timpul mareelor

24. Completați următorul tabel pentru a descrie particularitățile echinodermelor.

Caracter	Aspecte distinctive
Tip de simetrie	
Schelet	
Respirație	
Sistem nervos	
Sistem ambulacrar	

25. Completați traseul apei prin sistemul vacular hidraulic: prin placa madreporică apa înaintează spre canalul__a__, apoi prin canalul___b___ ajunge în canale radiare şi picioruşe___c___. Fiecare dintre aceste picioruşe are____d____. Funcția sistemului hidraulic este___e___.
26. Placa madreporică este situată pe fața aborală la___a___, în celom la___b___, pe fața orală la___c___
27. Ce exemple de echinoderme cu simetrie bilaterală cunoaşteți? Explicați în ce mod s-a instalat simetria bilaterală şi ce factori o condiționează.

11.4. Rezumat

Echinodermele, cordatele şi alți deuterostomieni au un strămoş comun.

Echinodermele moderne au apărut dintr-un strămoş cu simetrie bilaterală. Corpul echinodermelor este pentaradiar simetric, prevăzut cu un endoschelet, constituit din plăci calcaroase, strâns articulate.

Simetria pentaradiară a evoluat probabil în cursul tranziției spre o viață sedentară şi o hrănire prin filtrare. Sistemul ambulacrar şi endoscheletul calcaros sunt răspunsuri adaptative la acest mod de viață. Trecerea la moduri de viață mai active s-a concretizat în folosirea sistemului ambulacrar pentru locomoție şi deplasarea gurii pe fața inferioară.

Le este caracteristic un sistem vascular hidraulic, denumit sistem ambulacrar care are rol locomotor, de procurare a hranei, fixare, respirație şi excreție.

Speciile din clasa Asteroidea se recunosc după fuziunea brațelor cu discul central, de care nu sunt delimitate. Nu au cap, ci doar câteva organe senzoriale specializate Gura este orientată spre substrat. Prezintă plăci dermale cu stereom, papule respiratorii, şanțuri ambulacrare deschise. Sunt animale prădătoare sau saprofite, cu sexe separate. Fecundația se desfăşoară în apă. În cursul

dezvoltării apar stadii larvare planctonice :larva bipinnaria şi brachiolaria. Se remarcă prin marea putere de regenerare.

Şerpii de mare din Clasa Ophiuroidea se recunosc după delimitarea netă a discului central de brațele bucale. Şanțurile ambulacrare sunt închise. Sunt lipsite de anus, pedicelarii, ampule. Picioruşelor ambulacrare le lipsesc ventuzele. Ouăle fecundate se dezvoltă în mediul extern sau pot fi reținute în corp.

Clasa Echinoidea cuprinde aricii de mare, echinoderme prevăzute cu un sistem masticator specific, lanterna lui Aristotel, un corp compact, lipsit de brațe. Zonele ambulacrare sunt închise şi întinse în jurul corpului, spre polul aboral. Fecundația are loc în mediul marin. În cursul dezvoltării apare larva planctonică pluteus.

Castraveții de mare din Clasa Holothuroidea, alături de echinoideele subclasei Irregularia au revenit la simetria bilaterală a corpului. Acesta se alungeşte pe axa oral-aborală, o parte a sa rămânând în permanent contact cu substratul. Picioruşele ambulacrare periorale se transformă în tentacule folosite în hrănire. Scheletul este format din plăci minuscule diseminate. Au arbore respirator intern şi placa madreporică situată în celom. În condiții de stres, se eviscerează. Sexele sunt separate, fecundația şi dezvoltarea desfăşurându-se în mediul marin.

Crinii de mare din Clasa Crinoidea au fața orală orientată în sus, folosind brațele şi picioruşele ambulacrare pentru hrănirea cu suspensii. Şanțurile ambulacrare sunt deschise. Sexele sunt separate, fecundația şi dezvoltarea se desfăşoară în mediul marin.

11.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare

1)Cu excepția câtorva specii de castraveți de mare în Marea Neagră nu trăiesc echinoderme . Marea Neagră are o salinitate scăzută datorată aportului însemnat de apă dulce. Este o mare salmastră; 2) Protostomienii au segmentare spirală determinată. Filumurile acestei ramuri evolutive sunt: Mollusca, Annelida, Arthropoda; 3) vezi p 310; 4) p 311; 5) vezi p 311; 6) madreporitul este un orificiu sau o placă perforată prin care apa de mare pătrunde în canalul pietros, p 311; 7) p 312; 8)a) peduncul, b)coroană, c)calyx, d)brațe, e) pinule; 9) p 315; 10) a; 11) a; 12) digestie extracorporală prin devaginarea porțiunii orale a stomacului;13) p 317; 14) pe fața orală; 15) p 321; 16) vezi p 323-324;17) vezi p 322;18) a) închise, b)perete, c)ampule, d)cupe de sucțiune; 19) p 323; 20) a; 21) c; 22) a; 23) a; 24) simetrie radiară, endochelet format din plăci calcaroase care poartă spini, schimbul de gaze prin branhii tegumentare şi picioruşe ambulacrare, inel nervos central li nervi radiari, o serie de canale care se termină în picioruşe ambulacrare cu rol locomotor , 25) a) pietros, b) canal inelar, c) picioruş ambulacrar, d) ampulă, e) locomoție; 26) a) Asteroidea, Echinoidea; b) Holothuroidea; c) Ophiuroidea; 27) castraveți de mare , arici de mare din Subclasa Irregularia.

11.6. Instrucțiuni de evaluare

Criterii de evaluare: tutorele va aprecia în lucrarea de verificare a cursanților capacitatea de sinteză a informației, capacitatea de aplicare a cunoştinţelor în contexte noi, însuşirea criteriilor morfologice folosite în identificarea taxonilor studiați, coerența şi logica răspunsurilor, corectitudinea cu care au fost însuşite definițiile, folosirea corectă a termenilor noi, argumentarea logică a teoriilor învățate, aplicarea cunoştinţelor legate de biologia grupului studiat.

Pentru a obține un punctaj favorabil la lucrarea de verificare vă recomand să parcurgeți atent conținutul testelor de autoevaluare şi să verificați corectitudinea cu care ați răspuns la toate sarcinile de lucru.

Exercițiile cuprinse în lucrarea de verificare au punctaj egal (5p).

În cazul în care obțineți la lucrarea de verificare un scor mai mic de 50 de puncte va trebui să revedeți conținutul unității de învățare şi să refaceți lucrarea de verificare.

Rezultatul testului:

Numărul răspunsurilor corecte x 5=_____puncte

Punctajul maxim 100 puncte.

Ponderea lucrării de verificare este de 3,33% din evaluarea finală.

11.7. Lucrare de verificare 11

V.11.1. Definiți simetria pentaradiară şi explicați de ce este un răspuns adaptativ la echinoderme. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

V.11.2. Ce caractere morfologice folosiți în delimitarea Claselor: Crinoidea, Asteroidea, Ohiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea, Concentricycloidea. Răspundeți în maxim 150 de cuvinte.

V.11.3. Ce este ambulacrul? Care este deosebirea dintre şanțurile ambulacrare deschise şi închise? Răspundeți în maxim 50 de cuvinte.

V.11.4. Explicați mecanismul de acțiune al picioruşului ambulacrar la steaua de mare. (Răspundeți în maxim 50 de cuvinte).

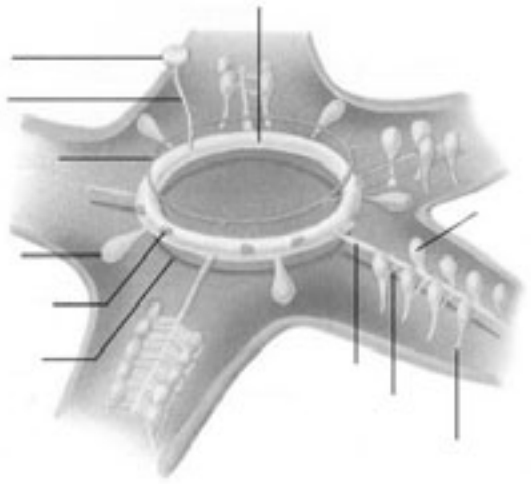
V.11.5. Descrieți în maxim 150 de cuvinte structurile implicate în respirația, hrănirea, digestia, excreția şi reproducerea stelei de mare?

V.11.6. Precizați care sunt regiunile stomacului? Explicați în maxim 50 de cuvinte modul în care o stea de mare poate să consume o scoică.

V.11.7. Pentru clasele de echinoderme enumerate în coloana din stânga alegeți caracterele corecte enumerate pe coloana din dreapta

Crinoidea	a) şanțuri ambulacrare închise
Asteroidea	b) suprafața orală orientată în sus
Ophiuroidea	c) cu brațe
Echinoidea	d) fără brațe
Holothuroidea	e) formă globulară sau de disc
Concentricycloidea	f) alungit pe axa oral-aborală
	g)cu pedicelarii
	h)madreporit intern
	i) madreporit pe placă orală

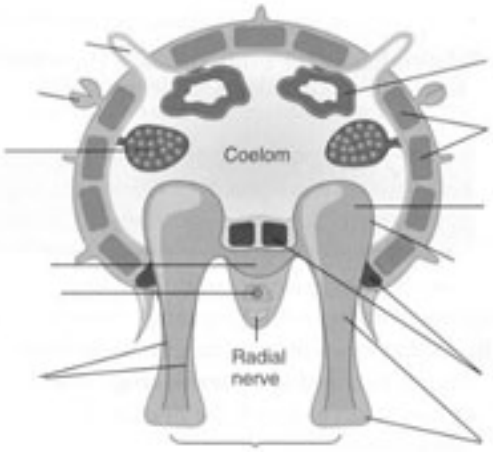
V.11.8. Care sunt argumentele care susțin originea echinodermelor într-un strămoş cu simetrie bilaterală? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).
V.11.9. Comparați structura sistemului ambulacrar la clasele de echinoderme descrise şi explicați în maxim 250 de cuvinte funcțiile pe care le îndeplineşte.
V.11.10. Completați legenda următorului desen



V.11.11. La ce grup de echinoderme structura sistemului ambulacrar se apropie de cea a strămoşilor echinodermelor şi pentru ce funcție era specializat ? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).
V.11.12. Definiți noțiunile: pedicelarii, madreporit, arbore respirator, lanterna lui Aristotel.
V.11.13. Ce structuri sunt implicate în schimbul de gaze şi excreția echinodermelor şi prin ce procese fizice se desfăşoară? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).
V.11.14. Prin ce se deosebeşte funcția celomului la castraveții de mare de cea a altor echinoderme? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).
V.11.15. Care dintre următoarele afirmații este falsă?
Viața sedentară a echinodermelor reprezintă cauza
a) Alungirii antero-posterioare a corpului
b) Dezvoltării sistemului nervos şi a organelor de simț
c) Regresiei sistemului nervos şi a organelor de simț
d) Apariției simetriei radiare
e) Dezvoltării scheletului dermic
V.11.16. Explicați lipsa echinodermelor din apele dulci. (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte)
V.11.17. Dați exemple de mecanisme de apărare ale echinodermelor.
V.11.18. Ce este partenogeneza artificială? La ce grupuri de organisme ai mai întâlnit acest proces? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte)
V.11.19. Care dintre afirmațiile de mai jos este falsă?
Şerpii de mare
a) au brațele net delimitate de discul central
b) nu prezintă anus

c) au şanțuri ambulacrare deschise
d) nu au branhii şi pedicelarii
e) au brațe articulate

V.11.20. Completați legenda desenului



:

11.8. Cuvinte cheie

arbore respirator, auricularia, branhie dermală, bipinnaria, brachiolaria, calyx, canal pietros, cirri, corpi Tiedemann, lanterna lui Aristotel, partenogeneză artificială, pedicelarie, picioruş ambulacrar, simetrie pentaradiară, pinule, pluteus, sistem ambulacrar, sistem hemal, şanț ambulacrar, vezicule Poli.

11.9. Bibliografie

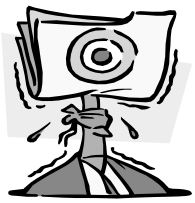
1. Aizenberg, J., Tkacenkoo, A., Weiner, S., Addadi, L., Hendler, G., 2001. calcitic microlenses of the photoreceptor system in brttlestars.
2. Hendler, G., Miller, J.E., Pawson, D.L., Kier, P.M., 1995. Sea stars, sea urchins and allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean. Washington, Smithsonian Institution Press.
3.Hickman, C.P., Roberts, L.S., Larson, A., l'Anson, H., 2004. Mc Graw-Hill, Integrated Principles of Zoology, Echinoderms and Hemichordates, 442-466.
4. Lawrence, J., 1989, A functional biology of echinoderms. Baltimore, The Johns Hopkins Press.
5.Miller, S.A., Harley, J.P., 2005, Zoology, Mc Graw-Hill, The Echinoderms, 251-265.
6. Mooi, R., David, B., 1998, Evolution within a bizzare phylum: homologies of the first echinoderms. Am.Zool.38, 965-974.
7. www.mhhe.com/zoology, Web Links:Phylum Echinodermata, Clasa Asteroidea, Clasa Ophiuroidea, Clasa Echinoidea, Clasa Holothuroidea, Clasa Crinoidea.

Unitatea de învățare 12
PHYLUM HEMICHORDATA
PHYLUM CHORDATA

Cuprins

Obiective 335
12.1. Phylum Hemichordata 336
12.1.1. Caractere generale 336
12.1.2. Clasificare 336
12.1.2.1. Clasa Enteropneusta 336
12.1.2.2. Clasa Pterobranchia 338
12.1.2.3. Clasa Planctosphaeroidea 339
12.2. Phylum Chordata 339
12.2.1. Caractere generale 339
12.2.2. Clasificare 342
12.2.2.1.Subphylum Urochordata 342
12.2.2.1.1.Clasa Ascidiacea 342
12.2.2.1.2. Clasa Thaliacea 346
12.2.2.1.3. Clasa Larvacea 347
12.2.2.1.4. Clasa Sorberacea 347
12.2.2.2. Subphylum Cephalochordata 347
12.2.2.3. Subphylum Vertebrata (Craniata) 351
12.2.2.3.1. Clasificare 355
12.3. Filogenie 357
12.4. Rezumat 361
12.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare 363
12.6. Instrucțiuni generale de evaluare 364
12.7. Lucrare de verificare 12 364
12.8. Cuvinte cheie 367
12.9. Bibliografie 367

Obiective



Obiective generale:

- **Motivarea încadrării cordatelor şi hemicordatelor în ramura deuterostomienilor**
- **Stabilirea relațiilor filogenetice dintre taxonii superiori ai ramurii deuterostomienilor**
- **Stabilirea criteriilor folosite în clasificarea cordatelor**

Obiective specifice:

La sfârşitul unității de învățare cursanții:

1. Folosesc caracterele morfologice pentru a deosebi hemicordatele de cordate.
2. Enumeră caracterele comune tuturor cordatelor.
3. Argumentează ipoteza originii vertebratelor în nevertebrate.
4. Folosesc caracterele morfologice pentru a clasifica taxonii din filumul Chordata.
5. Explică importanța adaptativă a caracterelor în evoluția cordatelor.

12.1. Phylum Hemichordata

12.1.1. Caractere generale

Filumul Hemicohordata cuprinde **Clasa Enteropneusta** şi **Pterobranchia**, cu specii care trăiesc în sau pe sedimente marine, distribuite în zonele tropicale, dar şi în ape reci, profunde.

- **Sunt deuterostomieni marini cu corpul vermiform, moale divizat în trei regiuni: proboscis, gât, trunchi şi celom format din trei cavități.**
- **Prezintă fante faringiene ciliate.**
- **Au sistem circulator deschis.**
- **Tractul digestiv este complet.**
- **Sistemul nervos situat dorsal, uneori poate fi tubular.**

12.1.2. Clasificare

(Gr.*entero*, intestin+*pneustikos*, pentru respirat)

Cuprinde aproximativ 75 de specii vermiforme, cu dimensiuni cuprinse între 10-40 cm - 2 m, răspândite în ape superficiale.

Majoritatea trăiesc în galerii în formă de “U”, săpate în mâl sau nisip.

12.1.2.1. Clasa Enteropneusta. Morfologie

Corpul este divizat în **proboscis**, **guler** şi **trunchi** şi este acoperit de o epidermă ciliată cu celule glandulare.

Proboscisul reprezintă o proiecție scurtă, conică, situată la capătul anterior. Gura se deschide pe partea ventrală, între proboscis şi guler. Pe părțile laterale ale trunchiului se observă un număr variabil de fante faringiene.

Exemple:*Balanoglossus, Saccoglossus.*

Cilii şi mucusul au un rol important în hrănire. Detritususul şi alte particule aderă la proboscisul acoperit de mucus. Cilii transportă hrana şi mucusul posterior şi ventral. Tractusurile ciliare converg în apropierea gurii şi formează o bandă mucoidă care pătrunde în gură. Anumite substanțe reținute în banda mucoidă sunt respinse prin deplasarea proboscisului peste guler. Astfel, tractusurile ciliare ale gulerului şi trunchiului transportă materialul respins şi îl descarcă posterior.

Sistemul digestiv

Sistemul digestiv este reprezentat printr-un tub simplu. Hrana este digerată pe măsură ce diverticulele intestinului, denumite saci hepatici, eliberează enzime.

În cursul defecației animalele îşi prelungesc extremitatea posterioară a corpului în afara galeriei.

Sistemul nervos

Sistemul nervos, de origine ectodermică, este situat la baza epidermei ciliate. Acesta este format din tractusuri nervoase dorsal şi ventral şi un plex nervos reprezentat printr-o rețea de celule nervoase epidermale.

La unele specii nervul dorsal este tubular şi conține fibre uriaşe care transmit impulsuri rapide. Nu există ganglioni majori.

Receptorii, distribuiți pe tot corpul, nu sunt specializați.

.

Schimbul de gaze şi excreția
,

Schimbul de gaze şi eliminarea deşeurilor metabolice se realizează prin difuzie la suprafața peretelui corpului. Suplimentar, schimbul gazelor respiratorii se realizează la nivelul fantelor faringiene. Cilii asociați cu fantele faringiene introduc apa în gură şi o elimină prin fante faringiene. Pe măsură ce apa trece prin fantele faringiene, are loc, prin difuzie, schimbul de gaze între apă şi sinusurile care înconjoară faringele.

Sistemul circulator

Sistemul circulator este format dintr-un vase contractile, dorsal şi ventral. Sângele este propulsat anterior, prin vasul dorsal şi posterior, prin vasul ventral. Ramificațiile acestor vase ajung la sinusuri.

Sângele care circulă anterior ajunge în sinusuri sanguine, denumite **glomeruli**, situate la baza proboscisului.

Deşeurile sunt filtrate prin glomerul în celomul proboscisului şi se vor elimina prin unul sau doi pori din peretele proboscisului.

Sângele este incolor, lipsit de elemente celulare, având rol în transportul nutrienților şi deşeurilor.

Reproducerea

Sexele sunt separate. În peretele regiunii anterioare a trunchiului sunt localizate două rânduri de gonade care se deschid separat în exterior.

Fecundație se desfăşoară în mediul extern.

Reproducerea unui individ este urmată şi de reproducerea celorlalți, ceea ce sugerează prezența feromonilor de reproducere. Larva ciliată planctonică, **tornaria** se deplasează liber câteva zile, ulterior se fixează de substrat şi se transformă gradat într-un adult. (Figura. 12.1)

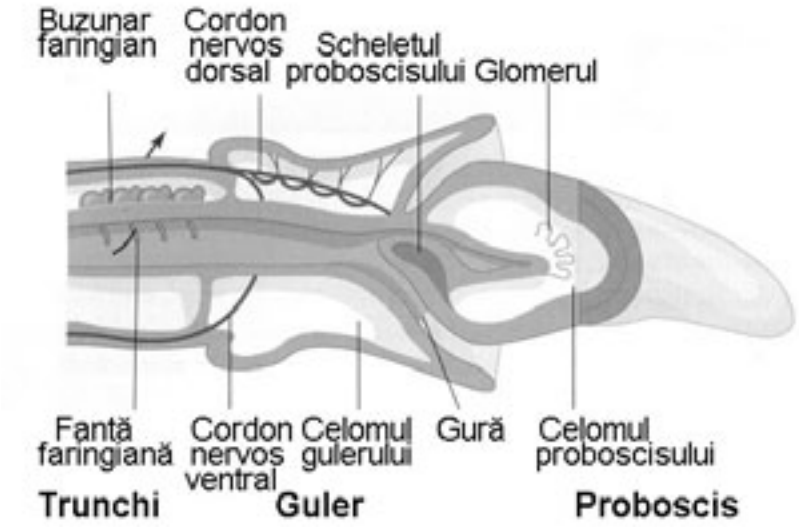


Figura 12.1. Clasa Enteropneusta Secțiune longitudinală (după Miller-Harley, 2005)

12.1.2.2. Clasa Pterobranchia

(Gr. *pteron*, aripă, pană+*branchia,* branhie)

Este alcătuită din aproximativ 20 de specii, răspândite în apele oceanice adânci din emisfera sudică. Puține specii sunt citate pe coastele europene şi în apropierea Insulelor Bermude.

Au dimensiuni reduse cuprinse între 0.1-5mm. Majoritatea speciilor trăiesc în colonii, adăpostindu-se în tuburi.

Proboscisul este alungit, în formă de scut şi secretă tubul, care intervine în deplasare.

Gulerul prezintă 2-9 brațe, cu numeroase tentacule ciliate.

Trunchiul are formă de “U”.

Pterobranhiatele folosesc curenții de apă, generați de cilii de pe brațe şi tentacule pentru a filtra hrana. Cilii atrag şi transportă particulele spre gură.

Unul dintre genuri are o singură pereche de fante faringiene. Structurile respiratorii şi excretoare nu sunt necesare datorită dimensiunilor reduse, care permit realizarea schimburilor de gaze şi de deşeuri prin difuzie.

Animalele se reproduc asexuat, ceea ce contribuie la formarea coloniilor, dar prezintă şi 1-2 gonade în partea anterioară a trunchiului.

Majoritatea speciilor au sexe separate.

Fecundația are loc în apă, fiind urmată de apariția unei larve asemănătoare planulei, care trăieşte o perioadă în tubul femelei. Ulterior larva se fixează de substrat, formează un cocon care se metamorfozează într-un adult.

Exemplu: *Rhabdopleura* (Figura 12.2.)

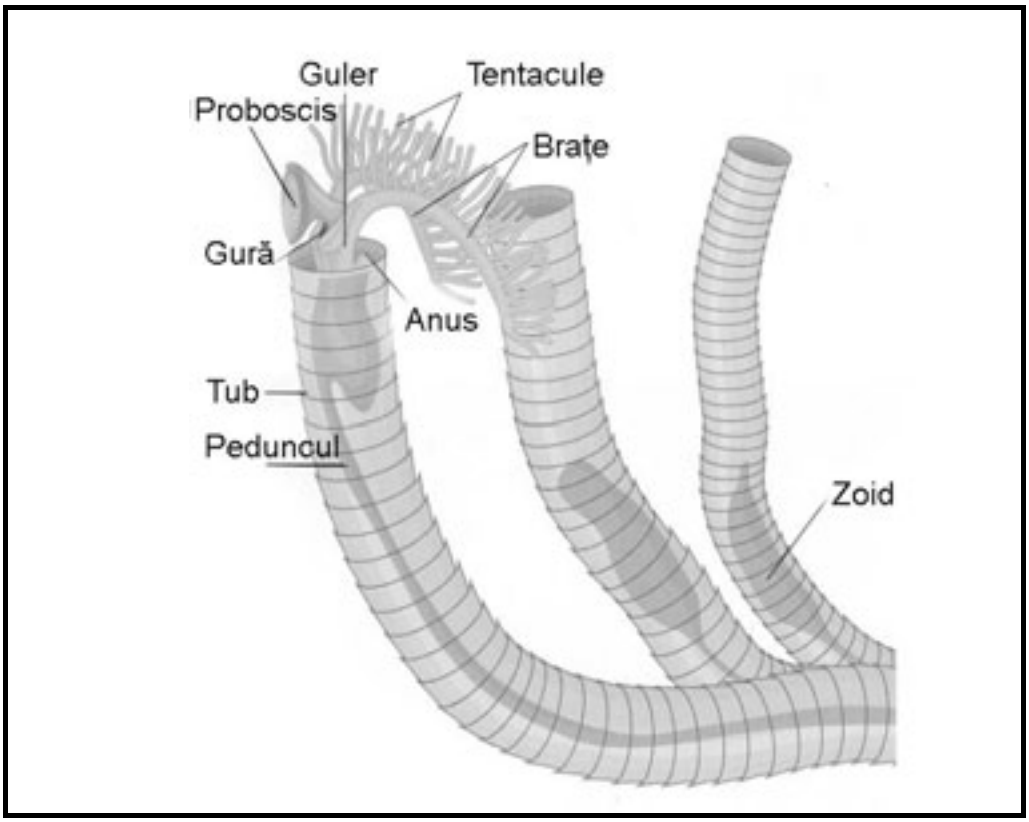
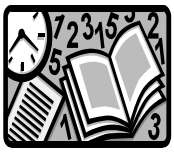


Figura. 12.2. *Rhabdopleura* Clasa Pterobranchia (după Miller-Harley, 2005)

12.1.2.3.
Clasa Planctosphaeroidea.

Cuprinde organisme cu corp sferic acoperit la suprafață de benzi ciliare. Tractul digestiv are formă de U. Celomul este slab dezvoltat. Se cunoaşte o singură specie: *Planctosphaera pelagica*



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 363

TESTE DE AUTOEVALUARE

1. Completați spațiile libere din text cu termenii corespunzători. Hemicordatele aparțin ramurii __a__. Sunt animale răspândite în mediul __b__. Corpul lor este alcătuit din __c__, gât şi __d__. Celomul prezintă __e__ cavități.

2. Alegeți varianta corectă. Sistemul circulator

a) este deschis
b) este închis
c) este lipsit de sinusuri
d) este alcătuit din inimă şi vase de sânge.

3. Completați spațiile libere din text cu noțiunile corecte. Sistemul nervos de origine __a__, situat __b__, este format din tractusuri nervoase : __c__, __d__ şi un plex nervos.

4. Tubul digestiv este __a__. Faringele este prevăzut cu __b__ la nivelul cărora are loc__c__ prin __d__ între apă şi sinusurile înconjurătoare.

12.2. Phylum Chordata

12.2.1. Caractere generale

1. Sunt animale celomate din grupul **deuterostomienilor** alături de echinoderme şi hemicordate.

2. Corpul lor este alungit şi prezintă **simetrie bilaterală** inițială.

3. **Coada** se prelungeşte posterior anusului, în unele stadii de dezvoltare. Coada postanală alături de musculatură şi notocord asigură forța propulsoare de care au nevoie speciile acvatice pentru a duce o viață liberă. Această structură a evoluat în mod specific pentru a propulsa organismul în apă. Mai târziu eficiența sa a crescut, odată cu adăugarea înotătoarelor. Dintre mamifere, la om ea se păstrează sub forma unui rudiment, coccis.

4. Apendicii pereche care au apărut la vertebratele acvatice, s-au adaptat cu succes, ca apendici articulați, pentru locomoția în mediul terestru sau ca aripi pentru zbor.

5. Corpul este **metamerizat.** Metameria apare în dezvoltarea embrionară a tuturor cordatelor, dispare la urocordate în stadiul de adult, se păstrează la cefalocordate şi vertebrate în dispoziția muşchilor parietali (musculatura este formată din unități denumite **miomere,** separate prin **miosepte**), a vertebrelor, nervilor şi ganglionilor rahidieni. Segmentarea, dacă este prezentă, se limitează la peretele extern al corpului, cap şi coadă şi nu se extinde în celom.

6. Corpul este susținut de o structură a scheletului axial, **notocord** (Gr.*noton,* spate+L.*chorda,* coardă) care apare în cursul dezvoltării embrionare a tuturor cordatelor şi se menține în stadiul de adult la cele inferioare. Alungeşte corpul în partea dorsală a cavității corpului. Împiedică compresia în lungul axei antero-posterioare. Este suficient de flexibil pentru a permite îndoirea laterală, ca în mişcarea ondulatorie laterală. În fapt, notocordul reprezintă un hidroschelet, un ax incompresibil, dar flexibil, format dintr-un miez de celule turgescente, cu pereți groşi, strâns comprimate, înconjurate de o teacă de țesut conjunctiv fibros. Rigiditatea este asigurată de turgescența celulelor pline cu fluid şi de tecile de țesut conjunctiv înconjurătoare. La vertebrate, cu excepția ciclostomilor, în jurul notocordului se dezvoltă vertebre cartilaginoase sau osoase formate din celulele mezenchimale ale blocurilor mezodermice de pe părțile laterale ale notocordului.

7. **Endoscheletul provine din mezoderm**, ca şi la echinoderme. El permite creşterea continuă, fără năpârlire şi atingerea unor dimensiuni mari. Oferă suprafață de inserție pentru muşchi. Pentru că se poate îndoi fără scurtare, permite mişcările ondulatorii ale corpului.

8. **Sistemul nervos este epineur**, are o poziție dorsală în raport cu sistemul digestiv. Este un tub nervos plasat dorsal față de notocord. Peretele său conține neuroni tipici, celule senzoriale şi numeroase celule nevroglice. La vertebrate, în partea anterioară se dezvoltă encefalul, posterior, măduva spinării.

9. Celulele fotosensibile provin din ectodermul sistemului nervos central şi nu din ectodermul epidermic.

10. Tubul digestiv complet, este situat sub coarda dorsală. El se întinde în plan sagital şi se deschide anterior prin **stomodeum** şi posterior prin **proctodeum**, ambele de origine ectodermică. Gura apare secundar. În partea anterioară a intestinului se deschid glandele anexe: ficatul şi pancreasul. Stilul prădător al primelor vertebrate, asociat cu evoluția creierului, puternic diferențiat şi a organelor de simț pereche, specializate, a asigurat succesul radiației adaptative a vertebratelor.

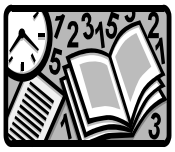
11. **Sistemul circulator** este închis, cu excepția urocordatelor. **Inima** este situată **medio-ventral** şi înconjurată de pericard. **Sângele circulă în sens antero-posterior prin vasele dorsale şi postero-anterior prin vasele ventrale.** La vertebrate există splină, organ în care are loc distrugerea hematiilor şi sistem limfatic care drenează mediul intern din țesuturi.

12. Sistemul respirator este de **origine endodermică** şi se dezvoltă pe seama faringelui. Faringele perforat al protocordatelor a evoluat ca un aparat de hrănire prin filtrare. Apa şi particulele alimentare sunt atrase în gură, prin acțiunea cililor şi sunt eliminate prin fantele faringiene. Ulterior, la vertebrate, acțiunea ciliară a fost înlocuită de o pompă musculară care conduce apa prin faringe, lărgind şi contractând cavitatea faringiană. De asemenea, s-au modificat arcurile aortice care transportă sângele prin septele faringiene. La protocordate acestea sunt simple vase înconjurate de țesut conjunctiv. Primii peşti au adăugat o rețea capilară prevăzută cu pereți subțiri permeabili gazelor, îmbunătățind eficiența transferului dintre sânge şi apa din exterior. Aceste adaptări au condus la evoluția branhiilor interne şi la trecerea faringelui de la stadiul de aparat filtrator de hrănire, caracteristic protocordatelor, la stadiul de organ respirator al vertebratelor acvatice. Faringele a constituit ulterior cadrul de evoluție al branhiilor interne care şi-au asociat activitatea cu pompa musculară faringiană şi cu fălcile. Pereții laterali ai faringelui sunt perforați de **fante** sau **treme** (care se schițează şi în dezvoltarea embrionară a vertebratelor). Ele se formează prin invaginarea ectodermului şi evaginarea endodermului care căptuşeşte faringele. La locul de contact pereții se fisurează, generând fantele faringiene. La amniote (reptile, păsări, mamifere) anumite diverticule nu se fisurează ci formează doar şanțuri, nu şi fante. Țesuturile moi şi scheletice dintre fantele alăturate formează arcurile viscerale. La protocordate faringele are rol în respirație dar şi în reținerea particulelor alimentare din apă, prin endostil. La ciclostomi, peşti şi larvele de amfibieni pereții fantelor faringiene se transformă în branhii. La amfibienii adulți şi tetrapodele amniote (reptile, păsări, mamifere) fanta cea mai anterioară devine trompa lui Eustachio şi urechea medie, în timp ce celelalte fante dispar după ce participă la formarea glandelor şi țesutului limfoid din această regiune.

13. Cordatele prezintă o glandă subfaringiană (**endostil**), omologabilă cu tiroida vertebratelor. Anumite celule din endostil leagă proteinele iodate. Alte tipuri de celule secretă mucus, necesar pentru reținerea particulelor alimentare mici, ajunse în cavitatea faringiană. Endostilul este identificat la protocordate şi în stadiul larvar al ciclostomilor. Împreună cu faringele, endostilul cooperează pentru a crea un aparat eficient de hrănire prin filtrare.

14. **Sistemul excretor** este reprezentat prin tuburi dispuse metameric, metanefridii la cefalocordate şi nefroni la vertebrate. Urocordatele au rinichi de acumulare.

15. **Sistemul reproducător** este alcătuit dintr-o pereche de gonade la urocordate şi vertebrate şi 26 de perechi la cefalocordate. Cordatele au în general sexe separate. Hermafroditismul apare la urocordate şi la unele familii de peşti. Urocordatele se pot înmulți şi asexuat.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 367

TESTE DE AUTOEVALUARE

5. Completați spațiile libere din text. Cordatele au simetrie__a__ a corpului. Scheletul lor axial este reprezentat de __b__. Acesta persistă şi în stadiul __c__ la cordatele inferioare , apare doar cursul dezvoltării __d__ la cordatele evoluate. Inima este situată __e__. Sângele circulă în sens __f__ prin vasele dorsale şi în sens __g__ prin vasele ventrale. Tubul nervos este situat __h__ față de notocord şi tubul digestiv, deci este __i__. Sistemul respirator are origine __j__, pereții laterali ai faringelui sunt __k__ de __l__.

6. Definiți endostilul. Precizați funcțiile pe care le îndeplineşte.

12.2.2.Clasificare

12.2.2.1. Subphylum Urochordata

(Gr. *oura,* coadă+L.*chorda*, cordon)
Cuprinde 2 000 de specii.
Filumul este divizat în trei clase:

- **Ascidiacea** (Gr.*askiolion*, sac mic+*acea*, sufix),
- **Larvacea** (Appendicularia) (L *larva*, stafie+*acea*, sufix)
- **Thaliacea** (Gr.*thalia*, luxuriant+*acea, sufix*).

12.2.2.1.1. Clasa Ascidiacea

În general ascidiile sunt animale sesile în stadiul de adult, solitare sau coloniale. Larvaceele (apendicularii) şi taliaceele sunt animale planctonice în stadiul de adult.

Morfologie

Corpul saciform este acoperit de o **tunică** gelatinoasă secretată de epidermă, care conține proteine, săruri, celuloză. Tunica încorporează structuri de origine mezodermică: vase de sânge şi celule sanguine. Prelungirile sale radiculare, denumite **stoloni,** fixează animalul de substrat.

Pe partea internă, tunica este căptuşită cu o membrană, denumită **manta.**

La capătul nefixat există două sifoane care permit apei să circule prin corp:

- **sifonul oral**, corespunde părții anterioare a corpului şi serveşte drept deschidere bucală, prin care apa intră în corp

- **sifonul atrial** marchează partea dorsală, asigurând eliminarea apei din organism (Figura 12.3).

Cele mai dezvoltate structuri interne sunt faringele şi **cavitatea perifaringiană** sau **atrium** care înconjoară lateral şi dorsal faringele.

Pereții acestuia sunt perforați de numeroase **fante** la majoritatea speciilor. Cilii asociați cu aceste orificii (**stigme**) conduc apa în faringe şi în atriul care înconjoară faringele.

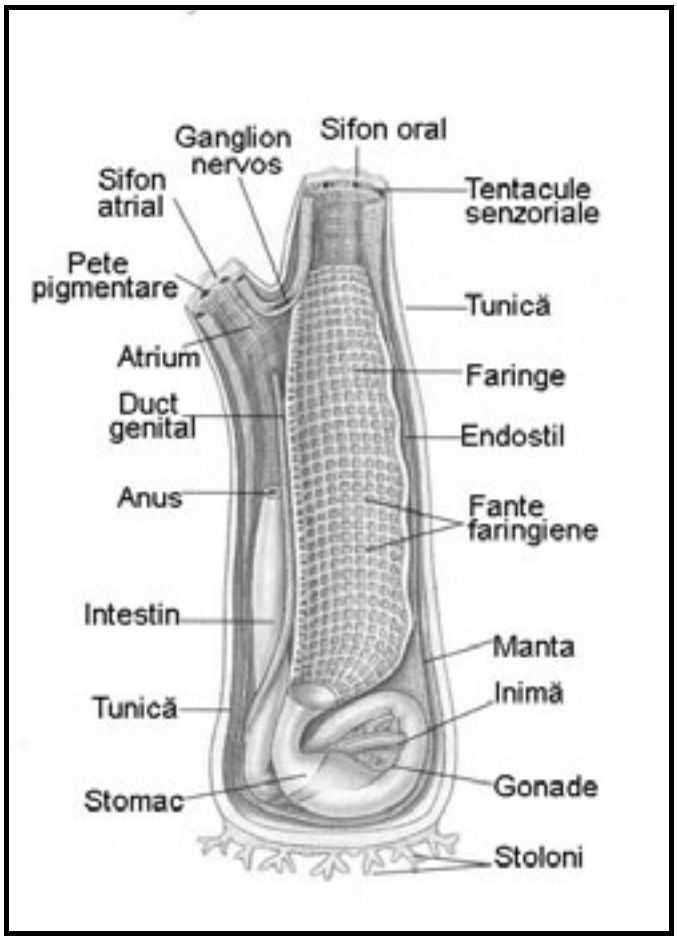


Fig.12.3. Organizarea internă a ascidiilor (după Hickman şi colab. 2004)

Musculatură

Forma corpului se modifică prin activitatea musculaturii longitudinale şi circulare. Acțiunea musculaturii se opune elasticității tunicii şi acțiunii hidroscheletului, constituit din apa care umple cavitățile interne.

Sistemul digestiv

Când corpul se dilată, apa intră prin sifonul oral, trece prin faringele ciliat, voluminos cu pereții perforați de fante, iese prin fantele branhiale în cavitatea atrială şi se elimină în exterior prin sifonul atrial.

Reținerea particulelor alimentare din apă depinde de formarea unei rețele de mucus, secretată de un şanț glandular, **endostil**, situat pe partea medio-ventrală a faringelui. Cilii din septele faringiene trag mucusul într-o bandă deplasată dorsal, în lungul feței interne a faringelui. În afara rolului digestiv, faringele îndeplineşte rol respirator (Figura. 12.4.).

Stomacul secretă enzimele digestive.

Substanțele nutritive sunt absorbite în intestinul mijlociu.

Resturile nedigerate sunt eliminate prin anus, situat în apropierea sifonului atrial.

Ultima regiune a tubului digestiv este denumită intestin, însă nu este omologabilă cu intestinul altor cordate, ci cu cecumul hepatic de la amfioxus (cefalocordate).

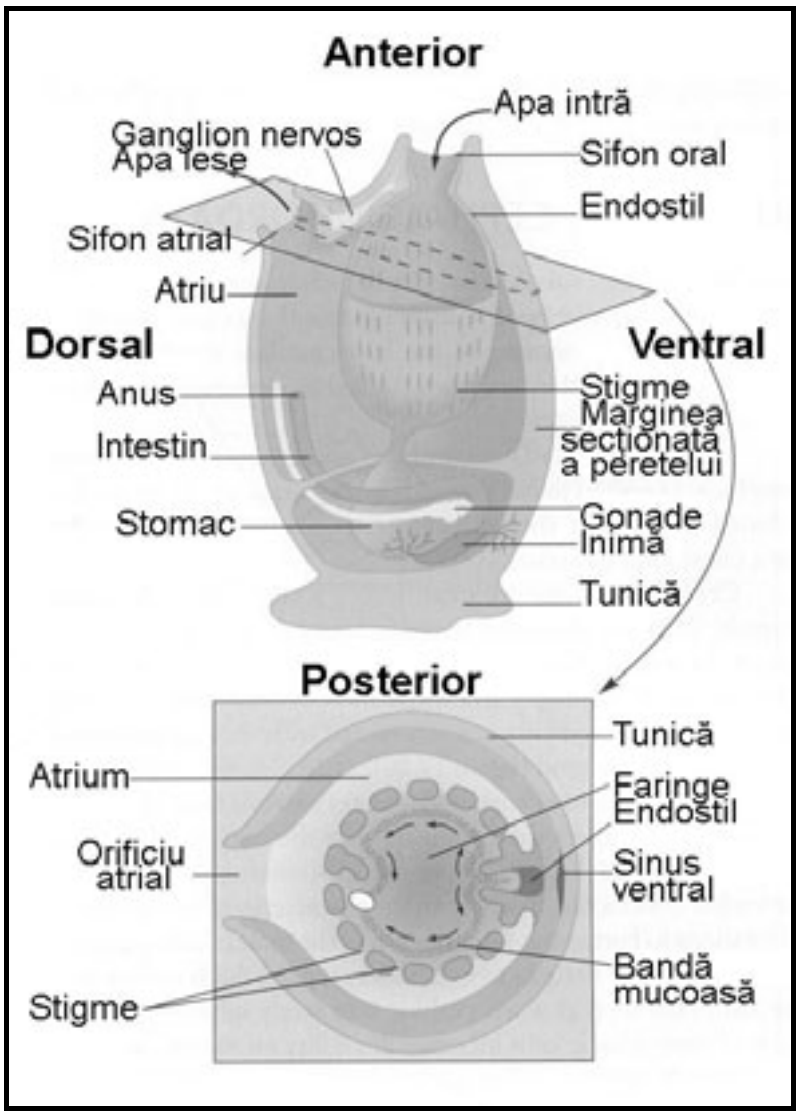


Figura. 12.4. Structura sistemului digestiv la ascidii; sensul deplasării particulelor alimentare (după Miller - Harley, 2005)

Sistemul nervos

Sistemul nervos este reprezentat printr-un **plex nervos** şi un **ganglion,** localizat pe partea dorsală a peretelui faringian, între sifoanele oral şi atrial. Sub ganglionul nervos este situată **glanda hiponeurală**, conectată cu faringele printr-un duct.

Tunicatele sunt sensibile la stimuli mecanici şi chimici, receptorii fiind răspândiți pe toată suprafața corpului, în special în jurul sifoanelor.

Sistemul circulator

Inima este situată ventral, la baza faringelui. De la inimă pornesc un vas anterior, pe sub endostil şi altele posterior, spre organele digestive şi gonade. Aceste vase se conectează la un sistem difuz de vase mai mici şi spații care aprovizionează coşul faringian, organele digestive, gonadele şi alte structuri. Contracțiile peristaltice ale inimii propulsează sângele într-o direcție pe parcursul câtorva bătăi, apoi încetează, urmând să inverseze direcția de propulsare a sângelui pentru următoarele bătăi. Nu este încă explicată importanța acestei schimbări de sens.

Plasma este incoloră şi conține diferite tipuri de celule amiboide. Un aspect particular îl reprezintă concentrația ridicată de elemente rare din sânge, cum este vanadiul (de 2 milioane de ori mai mare decât în apă) şi niobium. Nu a fost încă explicat rolul metalelor rare în sânge.

Excreție

Amoniacul difuzează în apa care străbate faringele şi se elimină din organism.

În afara acestui mecanism, în excreție sunt implicate celulele amiboide ale sistemului circulator. Acestea acumulează acid uric pe care îl sechestrează în ansa intestinală. Se bănuieşte că şi glandele pilorice, plasate la limita dintre stomac şi intestin, au rol excretor.

Reproducere şi dezvoltare

Urocordatele sunt animale hermafrodite care maturează asincron gonadele, pentru a evita autofecundația. Cu rare excepții fecundația este încrucişată.

Gonadele (un ovar şi un testicul) sunt situate în apropierea ansei intestinale şi se continuă cu gonoducte, deschise în apropierea sifonului atrial.

Gameții sunt răspândiți prin sifonul atrial în mediul extern unde are loc fecundația. Uneori ovocitele sunt reținute în atriu, unde are loc fecundația şi începe dezvoltarea embrionară.

Inițial se formează o larvă, care înoată liber şi nu se hrăneşte.

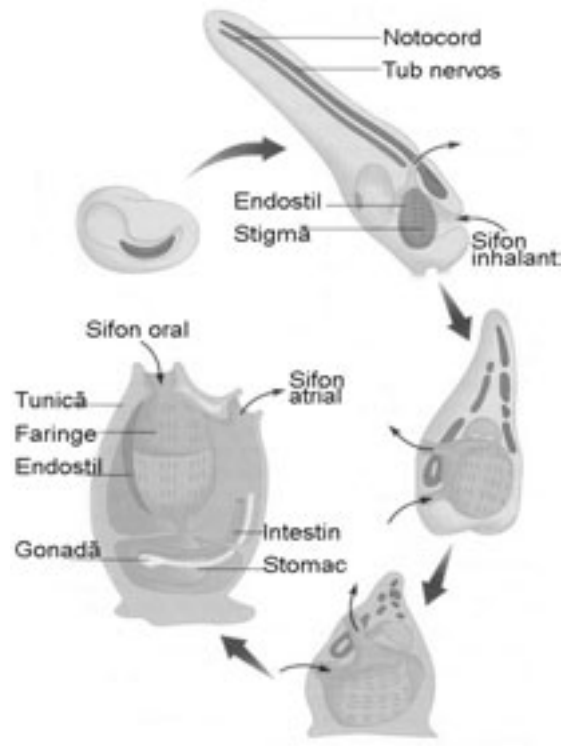
Aceasta trece prin etapele metamorfozei, care conduc la formarea adultului.

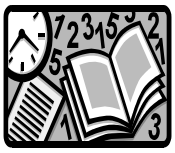
Dacă la formele adulte identificăm doar două dintre caracterele cordatelor: fante faringiene şi endostil, stadiul larvar prezintă toate caracterele cordatelor.

În timpul metamorfozei, epiderma se zbârceşte, trage notocordul şi alte structuri ale cozii în interior, în vederea reorganizării în țesuturi adulte. Structurile interne se rotesc cu 180°: sifonul oral se orientează opus papilei adezive, tractul digestiv se curbează în formă de U. Coada şi notocordul dispar, în timp ce cordonul nervos este redus la un ganglion (Figura.12.5.).

Exemple:*Ascidia, Ciona.*

Figura 12.5. Etapele metamorfozei larvei ascidiilor (după Miller-Harley, 2005)





Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 363

TESTE DE AUTOEVALUARE

7. Precizați poziția sifoanelor la ascidii.

8. Explicați mecanismul excreției ascidiilor.

9. Comparați modul de viață al stadiului larvar şi al adultului.

10. Ce deosebire morfologică importantă sesizați între stadiul larvar şi adult?

12.2.2.1.2. Clasa Thaliacea

Tunicatele din **Clasa Thaliacea** sunt animale solitare sau organizate în lanțuri coloniale, planctonice, lipsite de coadă şi notocord în stadiul de adult.

Corpul cilindric, este înconjurat de benzi musculare circulare.

Sifoanele oral şi atrial sunt situate diametral opus. Apa, pompată prin corp prin contracția musculaturii, este folosită pentru locomoția prin propulsie, pentru respirație şi ca sursă de particule alimentare, filtrate pe suprafețele cu mucus.

Numeroase specii sunt prevăzute cu organe luminoase.

Cea mai mare parte a corpului este goală, viscerele fiind comasate pe partea ventrală.

Exemple: *Salpa*, *Doliolum*, care se reproduc prin alternanța generațiilor sexuate şi asexuate.

12.2.2.1.3. Clasa Larvacea (**Appendicularia**)

Clasa Larvacea este alcătuită din specii pelagice, cu aspect larvar. Adulții reţin coada şi notocordul şi se hrănesc printr-o metodă originală. Fiecare individ construieşte, din mucus, o căsuță transparentă, delicată, sferică, prevăzută cu filtre şi pasaje de intrare a apei. Hrana particulată capturată pe filtrul din interiorul căsuței, este atrasă în gura animalului printr-un tub. Când filtrele se colmatează cu deşeuri, ceea ce se petrece la interval de 4 ore, animalul abandonează casa şi construieşte una nouă în câteva minute.

Larvaceele sunt **pedomorfice**-animale mature sexual care au reținut forma larvară a corpului (Figura.12.6.).

Exemplu: *Frittilaria.*

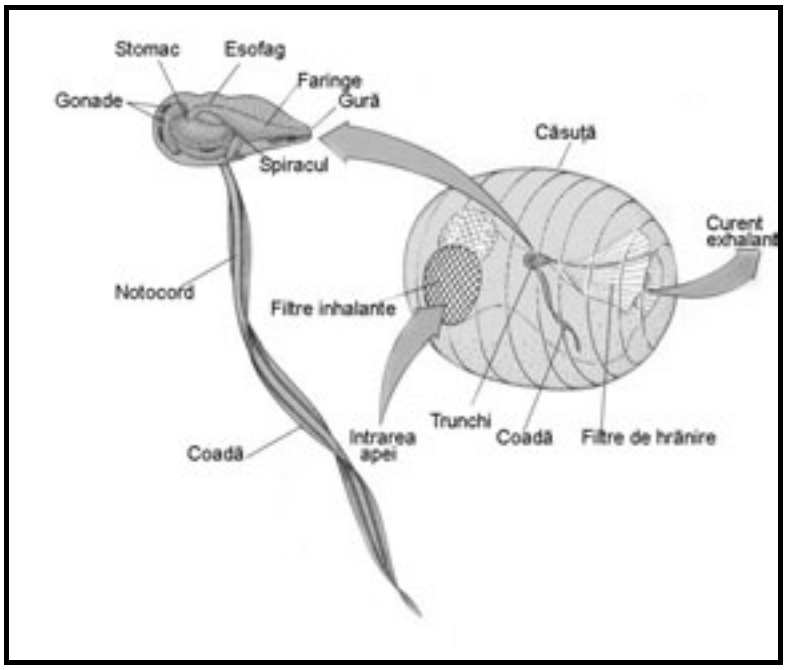


Figura.12.6. Organizarea corpului la reprezentanții Clasei Appendicularia (după Hickman şi colab. 2004)

12.2.2.1.4. Clasa Sorberacea

Cuprinde urocordate asemănătoare ascidiilor care prezintă cordoane nervoase dorsale în stadiul de adult. Sunt carnivore bentonice, răspândite la adâncimi mari.

Exemplu:*Octacnemus*

12.2.2.2. Subphylum Cephalochordata

(Gr. *kephalo,* cap+L. *chorda*, cordon)

Acest grup inventariază 45 de specii repartizate în două genuri: *Branchiostoma* şi *Asymmetron* .

Cefalocordatele sunt animale cu corp alungit, comprimat lateral şi aproape transparent. Trăiesc pe funduri nisipoase în apele de coastă din întreaga lume.

Morfologie

Notocordul este cuprins între extremitatea anterioară şi zona cozii. Majoritatea celulelor din notocord sunt musculare, transformând notocordul într-o structură contractilă. Acest aspect structural este specific pentru cefalocordate, reprezentând un răspuns adaptativ la viața săpătoare.

Prin contracția celulelor, fluidele din interior sunt comprimate şi creşte rigiditatea notocordului, necesară înaintării animalului în substratul nisipos.

Relaxarea celulelor musculare sporeşte flexibilitatea pentru înot. Celulele musculare situate de o parte şi de alta a notocordului, produc ondularea şi propulsia corpului prin apă.

Sistemul digestiv

Cefalocordatele se hrănesc prin filtrare.

Particulele alimentare sunt digerate extra- şi intracelular.

Cecumul hepatic, un diverticul intestinal situat anterior, pe partea dreaptă a faringelui, închis în fund de sac, secretă enzimele digestive, fagocitează şi digeră intracelular particulele alimentare. Apa filtrată trece în atriu şi părăseşte corpul prin **atriopor**.

Sistemul circulator

Cefalocordatele nu prezintă inimă. Sângele conține celule amiboide şi scaldă țesuturile în spații deschise. Sistemul circulator este complex pentru un animal atât de simplu, tiparul anatomic fiind asemănător cu cel al peştilor. Sângele este pompat anterior prin aorta ventrală, datorită contracțiilor peristaltice ale pereților vaselor de sânge. Apoi trece prin arterele branhiale în septele faringiene spre rădăcinile aortice dorsale, care se unesc posterior faringelui în aorta dorsală. Prin aorta dorsală sângele oxigenat este distribuit țesuturilor, prin microcirculație, apoi sângele este colectat prin vene, care îl aduc în aorta ventrală.

Fiind lipsit de eritrocite şi de hemoglobină, se consideră că sângele are rol în transportul substanțelor nutritive şi mai puțin în schimbul de gaze.

Tubul nervos

Tubul nervos este situat deasupra notocordului. Rădăcini ale nervilor spinali ies din fiecare miomer.

Organele de simț sunt simple, receptori bipolari nepereche sunt plasați în diferite regiuni ale corpului.

Creierul este o veziculă simplă, situată în partea anterioară a tubului nervos.

Sistemul excretor

Tubulii excretori sunt celule celomice modificate, strâns asociate cu vasele de sânge.

Celomul cefalocordatelor este redus, comparativ cu cel al majorității cordatelor, fiind limitat la canalele din apropierea septelor faringiene, a gonadelor şi endostilului (Figura.12.7.).

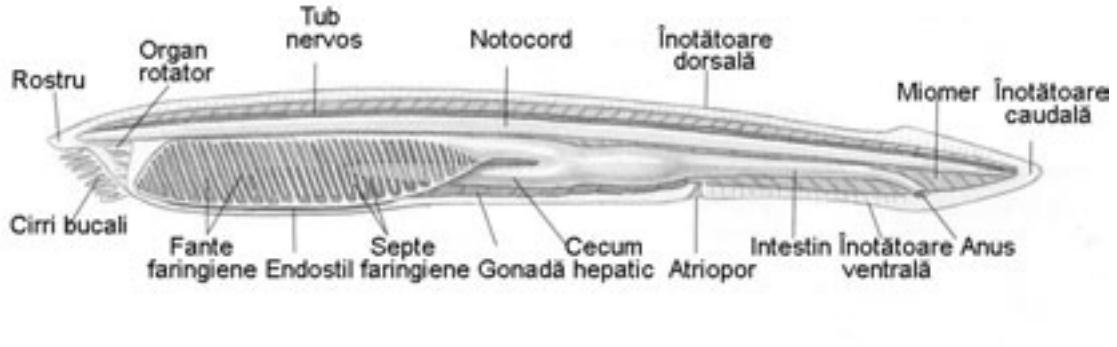


Figura.12.7. Organizarea internă la amfioxus (*Branchiostoma lanceolatum*) (după Hickman şi colab. 2004)

Reproducere şi dezvoltare

Sexele sunt separate.

Gonadele proemină în atrium, din peretele lateral al corpului. Gonoductele lipsesc. La maturitate pereții gonadelor se rup, gameții ajungând în cavitatea perifaringiană, de unde se elimină în exterior prin atriopor.

Fecundația externă este urmată de formarea unei larve bilateral simetrice, care eventual se fixează de substrat înainte de a se metamorfoza în adult.

Segmentarea este totală, holoblastică, gastrula formându-se prin invaginare.

Specialiştii consideră că cefalocordatele, sunt cele mai apropiate rude ale vertebratelor, fapt dovedit de unele caractere comune cu acestea şi absente la tunicate:

- **cecumul hepatic**, un diverticul care seamănă cu pancreasul vertebratelor secretă enzimele digestive
- musculatura troncală metamerizată
- planul anatomic al sistemului circulator (aorte dorsală şi ventrală, arcuri aortice sau branhiale)
- celule excretoare specializate, denumite podocite.

Este puțin probabil ca amfioxus să fie cel mai recent strămoş al vertebratelor pentru că este lipsit de :

- creier tripartit
- inimă compartimentată
- organe de simț specializate
- musculatură în faringe şi tub digestiv
- țesutul crestelor neurale

caractere considerate a fi obligatoriu prezente la strămoşul vertebratelor.

Cefalocordatele sunt probabil grup soră cu vertebratele.

De asemenea este interesant că stadiul larvar al speciilor din Clasa Cephalaspidomorphi (vertebrate primitive lipsite de fălci) seamănă cu amfioxus în multe dintre detaliile anatomice. Larva cefalaspidomorfilor se hrăneşte prin filtrare, dar curentul este produs prin acțiunea de pompare musculară.

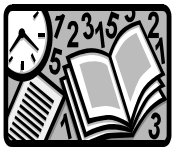
Aranjamentul musculaturii corpului în miomere, prezența notocordului care funcționează ca o axă scheletică principală, planul sistemului circulator seamănă cu cele de la amfioxus.

Larva are însă şi caractere proprii: inimă compartimentată, creier tripartit, organe de simț specializate, derivate din placodele epidermale şi hipofiză.

Rinichii se găsesc în stadiul de pronefros.

Există 7 perechi de pungi şi de fante faringiene. Din septele care separă fantele faringiene, se proiectează filamente branhiale care poartă lamele secundare.

Apar: ficatul care înlocuieşte cecumul hepatic de la amfioxus, vezica biliară şi țesutul pancreatic.



TESTE DE AUTOEVALUARE

11. Precizați poziția sifoanelor la taliacee.
12. Prin ce se deosebeşte modul de viață al taliaceelor adulte de cel al ascidiilor adulte?
13. Ce aspect morfologic deosebeşte larvaceele de taliacee şi ascidiacee.
14. Descrieți etapele hrănirii apendicularilor.
15. Explicați termenul pedomorfoză.
16. Din ce tip de celule este alcătuit notocordul cefalocordatelor? Ce avantaje asigură această structură?
17. Amintiți patru caractere prin care cefalocordatele se aseamănă cu vertebratele.

Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 363

12.2.2.3. Subphylum Vertebrata (Craniata)

Denumirea de **Craniata** este sugerată de prezența unei carcase cartilaginoase sau osoase care protejează creierul şi care apare la toți reprezentanții.

Vertebratele reprezintă un grup monofiletic care păstrează caracterele de bază ale cordatelor la care se adaugă altele, proprii.

Nivelul ridicat de activitate şi dimensiunea vertebratelor necesită structuri specializate pentru localizarea, capturarea şi digestia hranei şi adaptări care să susțină un nivel ridicat al metabolismului.

Tegumentul

1. Tegumentul este format dintr-o epidermă, constituită din **epiteliu pluristratificat** (**epidermă**), de origine ectodermică şi în interior **derma**, formată din țesut conjunctiv de origine mezodermică. În evoluție au apărut producții tegumentare caracteristice claselor de vertebrate: glande, solzi, pene, gheare, coarne, păr.

Modificări în structura musculaturii şi scheletului.

Majoritatea vertebratelor prezintă atât exoschelet cât şi endoschelet, cartilaginos sau osos.

Endoscheletul face posibile dimensiunile mari ale corpului, cu economii importante de materiale de construcție şi deplasarea rapidă. Creşte odată cu animalul spre deosebire de scheletul artropodelor care trebuie îndepărtat periodic şi reconstruit. El formează un suport articulat pentru inserția musculaturii metamerizate. Endoscheletul cartilaginous sau osos are două componente:

-**schelet axial** format din: **coloană vertebrală** (cu excepția mixinilor care sunt lipsiți de vertebre), care protejează măduva spinării, **craniu**, derivat din celulele crestelor neurale, care adăposteşte creierul, **coaste**, care ancorează muşchii şi protejează organele interne.

-**schelet apendicular** care susține cele două perechi de membre.

Majoritatea vertebratelor au două perechi de apendici articulați la centuri care fac legătura cu scheletul axial (Figura.12.8.).

Doar la vertebrate este semnalată prezența radiilor, structuri de origine dermică ale înotătoarelor, care au rol în deplasare.

Au existat mai multe moduri prin care țesutul osos şi-a dovedit valoarea adaptativă la vertebratele primitive.

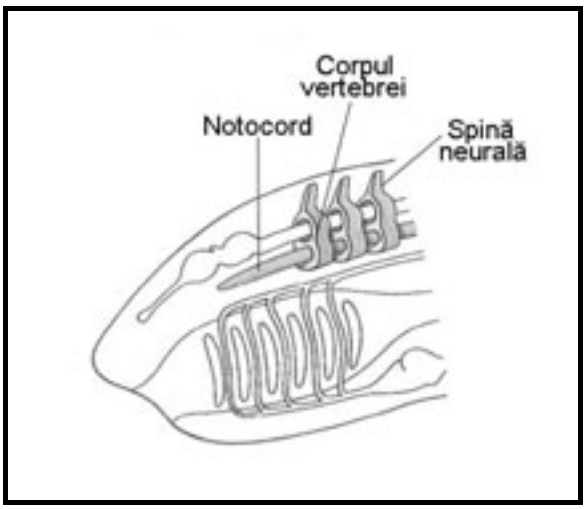


Figura. 12.8. Scheletul axial la vertebrate (după Campbell-Reece, 2002)

a. Prezența unei armuri osoase la peştii primitivi, ostracodermi şi placodermi, formată din piese situate în stratul dermic al tegumentului a asigurat protecție împotriva prădătorilor. În timp, aceasta s-a modificat, transformându-se în solzi. Multe dintre oasele care protejează creierul vertebratelor evoluate se dezvoltă dintr-un țesut de origine dermică.

b. Duritatea osului este superioară cartilajului, făcându-l ideal pentru inserția muşchilor în zonele cu stres mecanic ridicat.

c. Stocarea şi reglarea ionilor de calciu şi fosfor au fost funcții importante ale osului la primele vertebrate.

Muşchii

Muşchii segmentați (miomerele) au trecut de la forma de V, întâlnită la cefalocordate, la forma de W, caracteristică vertebratelor. Această complexitate crescută a plierii la nivelul miomerelor a asigurat un control deplin asupra alungirii corpului.

Modificările de la nivelul tubului digestiv

Modificările de la nivelul tubului digestiv, inclusiv trecerea de la înaintarea hranei cu ajutorul acțiunii ciliare, la cea prin acțiunea musculară şi apariția glandelor digestive, au fost necesare pentru a gestiona cantitatea tot mai mare de hrană ingerată.

Tubul digestiv este complet muscularizat, plasat ventral față de coloana vertebrală, cu glande anexe distincte: ficat şi pancreas.

La vertebratele prădătoare acvatice, de talie mai mare, **faringele** s-a transformat într-un dispozitiv de pompare a apei. Pungile faringiene ale peştilor se deschid la exterior prin fante şi adăpostesc branhii. Concomitent cu vascularizarea branhiilor, faringele a dobândit un rol important în schimbul de gaze.

La tetrapode din pungile faringiene se formează numeroase tipuri de glande.

Sistemul circulator

Sistemul circulator este alcătuit din inimă, plasată ventral compartimentată (cu 2-4 camere), **sistem închis** de artere, vene şi capilare. Sângele conține eritrocite cu hemoglobină, sporind transportul nutrienților, gazelor şi al altor substanțe.

Arcurile aortice pereche, care conectează aortele dorsală şi ventrală, dau ramificații la branhii, în cazul vertebratelor acvatice. La formele terestre, arcurile aortice s-au modificat, asigurând circulația sistemică şi pulmonară (Figura. 12.9.).

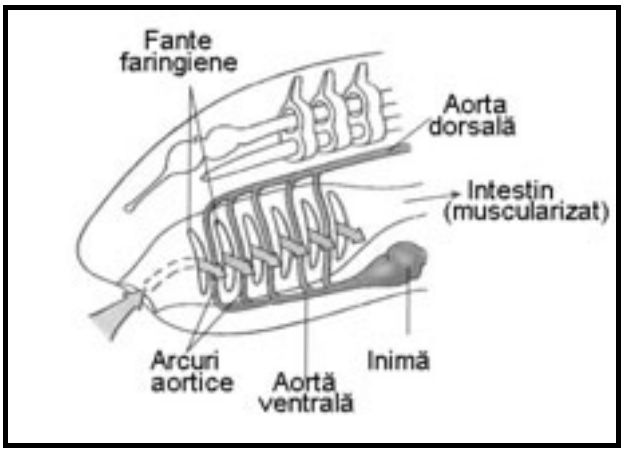


Figura.12.9. Sistemul circulator la vertebrate (după Campbell-Reece, 2002)

Celomul

Celomul bine diferențiat este alcătuit dintr-o cavitate pericardică şi o cavitate pleuroperitoneală.

Sistemul excretor

Sistemul excretor cuprinde o pereche de rinichi glomerulari, prevăzuți cu ducte, care drenează deşeurile metabolice în cloacă, reglând nivelul fluidelor şi al ionilor.

Control senzorial, motor şi integrativ

În trecerea de la un mod de hrănire filtrator la unul activ, prădător, a fost necesară apariția unui control senzorial, motor şi integrativ pentru localizarea şi capturarea prăzii.

Extremitatea anterioară a tubului nervos s-a dilatat sub forma unui **creier tripartit**, protejat de un craniu osos sau cartilaginos.

Vertebratele au **10-12 perechi de nervi cranieni**, **o pereche de nervi spinali pentru fiecare miotom primitiv.**

Au evoluat **organe de simț pereche**, proiectate pentru recepția la distanță. Acestea includ: ochi cu lentile şi retină inversată, receptori de presiune, cum sunt cei din urechea internă, care asigură echilibrul şi recepția sunetelor, receptori chimici, la nivelul organelor gustative şi olfactive, receptorii liniei laterale pentru detectarea vibrațiilor şi electroreceptori pentru detectarea curentului electric care semnalizează prada.

8. Crestele neurale şi placodele epidermale.

Dezvoltarea capului şi a organelor de simț a fost rezultatul a două inovații embrionare prezente doar la vertebrate: **crestele neurale** şi **placodele epidermale**.

Crestele neurale reprezintă o populație de celule ectodermice, situate în apropierea marginilor dorsale ale tubului neural embrionar, care contribuie la formarea următoarelor structuri:

- cea mai mare parte a craniului
- scheletul faringian
- dentina dinților
- anumiți nervi cranieni
- ganglioni
- celule Schwann
- glande endocrine

De asemenea intervin în reglarea dezvoltării țesuturilor adiacente, cum ar fi smalțul dinților şi muşchii faringieni.

Placodele epidermale sunt îngroşări ectodermice care apar de o parte şi de alta a tubului neural. Acestea formează epiteliul olfactiv, lentilele ochilor, epiteliul intern al urechii, unii ganglioni, nervi cranieni, mecanoreceptorii liniei laterale, electroreceptorii. Placodele induc de asemenea formarea mugurilor gustativi.

Sistemul endocrin cuprinde glande lipsite de canale de evacuare, răspândite în tot corpul (Figura.12.10.-12.11).

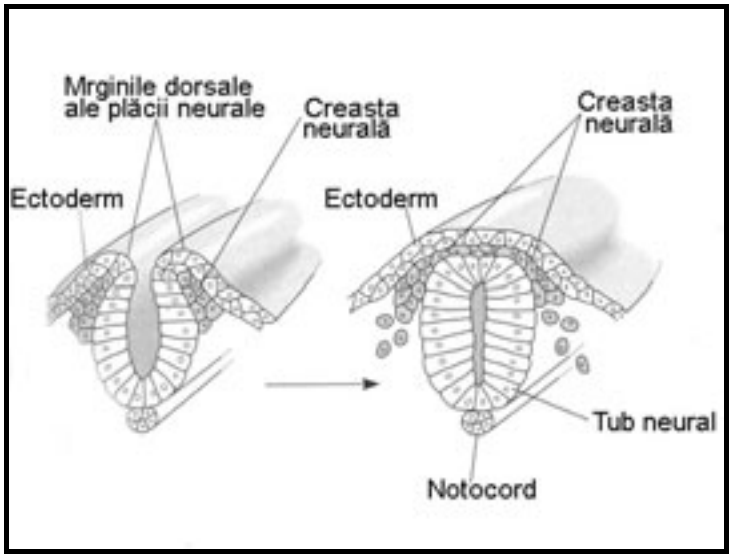


Figura 12.10. Crestele neurale, sursa embrionară a unor caractere specifice vertebratelor (după Campbell-Reece, 2002)

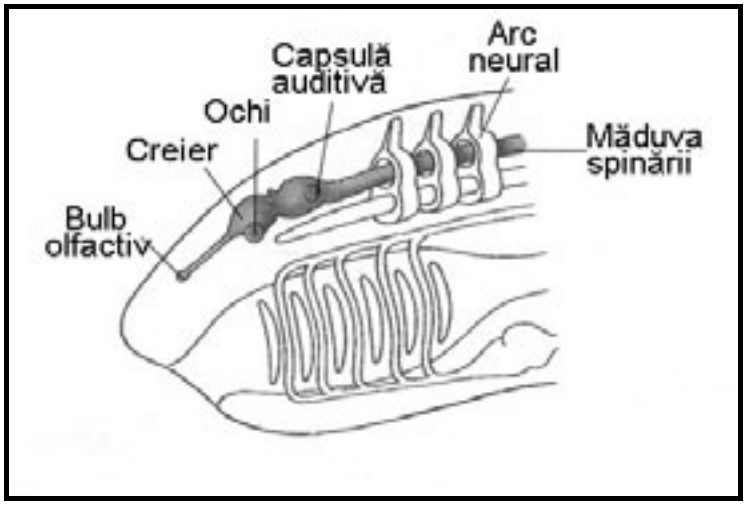


Figura 12.11. Sistemul nervos la vertebrate (după Campbell-Reece, 2002)

9. Sistemul genital şi reproducerea

9. Aproape întotdeauna sexele sunt separate; fiecare sex are gonade cu ducte, care descarcă produşii în cloacă sau îi elimină printr-un orificiu, aproape de anus. Studii recente referitoare la distribuția genelor homeobox, care controlează planul de dezvoltare al embrionilor cordatelor, sugerează că genele *Hox* au fost duplicate într-o perioadă care a coincis cu apariția vertebratelor. Dacă la amfioxus şi la alte nevertebrate a fost identificată o singură copie a genelor *Hox*, la gnatostomate, vertebrate fără fălci, există 4 copii. Probabil că aceste copii suplimentare ale genelor care controlează planul de organizare, au asigurat materialul genetic supus evoluției şi au determinat apariția unui tip de animal mai complex.

12.2.2.3.1. Clasificare

Supraclasa Agnatha

(Gr.*a,* fără+ *gnathos*, falcă) cuprinde vertebrate fără fălci şi apendici pereche.

Clasa Myxini

Cuprinde agnate marine cu gură terminală şi patru perechi de tentacule, pâlnie bucală absentă, sacii olfactivi se deschid în cavitatea bucală, au 5-15 perechi de pungi faringiene. Scheletul este cartilaginos, notocordul persistă în stadiu de adult. Vertebrele lipsesc. Aproximativ 65 de specii.

Clasa Cephalaspidomorphi

Gura suctorială este prevăzută cu dinți keratinizați, sacul nazal nu este în legătură cu gura. Prezintă 7 perechi de pungi faringiene. Notocordul persistă în stadiul de adult. Aproximativ 40 de specii marine şi dulcicole. Larvele unor specii trăiesc ani de zile în râuri şi migrează în mări sau lacuri când ajung la maturitate.

Supraclasa Gnathostomata

(Gr. *gnathos*, falcă+*stoma*, gură) cuprinde vertebrate (peşti, tetrapode) cu fălci şi apendici locomotori pereche.

Clasa Chondrichthyes

(Gr.*chondros*, cartilaj+*ichthys*, peşte)

Scheletul este cartilaginos, mineralizat şi se consideră că a evoluat secundar din scheletul osos al strămoşilor acestui grup. Peştii cartilaginoşi au dinți osoşi proveniți din transformarea solzilor placoizi, care acoperă corpul. Vederea este performantă, nu permite însă identificarea culorilor. Există zone tegumentare care pot detecta câmpuri electrice generate de contracțiile musculare ale altor animale. Sistemul liniei laterale bine dezvoltat, detectează modificările de presiune. Intestinul este scurt, prevăzut cu valvulă spirală. Masculii au organe de acuplare, **mixopterigii**. Vezica gazoasă lipseşte. Pot fi **ovipari**, depun ouă din care eclozează pui în afara corpului femelei, **ovovivipari**, rețin ouăle fecundate în oviduct. Embrionul este hrănit cu vitelusul existent în ou. Puiul eclozează în uterul femelei. Speciile vivipare asigură dezvoltarea puilor în uter şi hrănirea, pe parcursul dezvoltării embrionare, cu substanțe nutritive preluate din sângele matern, prin placentă. Aproximativ 850 de specii.

Clasa Actinopteygii (Gr.*aktis*, rază+*pterix,* aripă, înotătoare).

Scheletul este osificat, prezentând o matrice dură de fosfat de calciu. Tegumentul bogat în glande care secretă mucus, este protejat de solzi dermici, aplatizați. Au o singură deschidere branhială, acoperită de opercul. Apa este aspirată în gură cu ajutorul faringelui şi se elimină printre branhii, prin mişcarea operculului şi contracția muşchilor care înconjoară camera branhială. Înotătoarele perechi sunt susținute de raze dermice. Musculatura apendicilor este situată în interior. Vezica gazoasă este principalul organ hidrostatic, care modifică densitatea peştelui, controlând transferul de gaze din sânge. Inima este bicamerală. Majoritatea speciilor sunt ovipare, fecundația desfăşurându-se în mediul extern.

Aproximativ 23 700 de specii.

Clasa Sarcopterygii (Gr.*sarkos,* carne+*pterix*, aripă, înotătoare). Scheletul este osificat; au o singură deschidere branhială acoperită de opercul; înotătoare perechi cu schelet intern robust şi musculatură internă; înotătoare codală dificercă; intestin cu valvulă spirală; de obicei cu vezică gazoasă cu aspect de plămân; inimă cu atriu şi ventricul parțial divizat. 8 specii.

Clasa Amphibia (Gr.*amphi*, dublu+*bios*, viață) Cuprinde tetrapode poikiloterme, care respiră prin plămâni, branhii sau tegument. Majoritatea speciilor parcurg metamorfoza stadiului larvar acvatic pentru a se transforma în adulți tereştri. Tegumentul umed, bogat în glande mucoase, este lipsit de solzi.

Aproximativ 4900 de specii.

.

Clasa Reptilia (L. *repere*, a se târî). Tetrapode ectoterme, amniote care respiră prin plămâni. Embrionul se dezvoltă în oul amniotic cu înveliş protector, care reține apa şi de aceea poate fi depus în locuri uscate. Oul amniotic, caracteristic reptilelor, păsărilor şi mamiferelor este prevăzut cu membrane embrionare specializate:

amnios-protejează embrionul într-o cavitate plină cu lichid, împiedică deshidratarea şi absoarbe şocurile mecanice

alantoida -reprezintă un diverticul în care se acumulează deşeurile metabolice embrionare şi alături de corion, funcționează ca organ respirator

corion-realizează schimburile de gaze dintre embrion şi aerul înconjurător, oxigenul şi dioxidul de carbon difuzând liber prin învelişul oului

sacul vitelin- stochează substanțele nutritive ale oului. Vasele de sânge ale sacului vitelin transportă substanțele din vitelus în embrion. Alte substanțe nutritive sunt acumulate în albumen. (Figura.12.12.).

Sunt lipsite de stadiu larvar, tegumentul este uscat lipsit de glande mucoase, impermeabil, acoperit de solzi epidermici. Cuşca toracică este implicată în ventilarea plămânilor. Grup parafiletic format din aproximativ 7100 de specii.

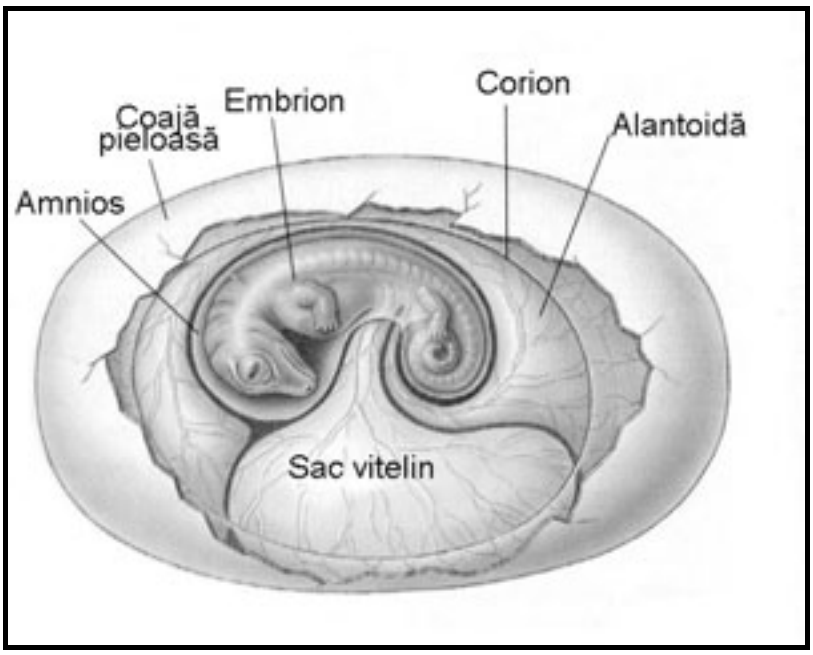


Figura.12.12. Structura oului amniotic (după Hickman şi colab., 2004)

Clasa Aves (L. *avis*, pasăre)

Vertebrate amniote endoterme cu membrele anterioare transformate în aripi, corp acoperit cu pene, rezultate prin transformarea solzilor, picioare acoperite de solzi. Sunt specii ovipare.

Aproximativ 9 600 de specii.

Clasa Mammalia (L. *mamma*, sân).

Vertebrate amniote endoterme care prezintă glande mamare, corp acoperit cu păr, neocortex bine dezvoltat, ureche medie cu trei osicule, mandibula formată dintr-un singur os.

Sunt în general vivipare, puține specii sunt ovipare.

Monotremele reprezintă un grup restrâns de mamifere care depun ouă.

Marsupialele formează un grup de mamifere ai căror pui îşi completează dezvoltarea embrionară în marsupiu.

Placentarele sunt cele mai moderne şi mai răspândite mamifere ai căror pui îşi completează dezvoltarea embrionară, fixați prin placentă, de uterul femelei. Aproximativ 4 600 de specii.

12.3. Filogenie

Deuterostomienii reprezintă o grupare naturală de animale înrudite, care au o origine comună în mările precambrianului. Acum 570 milioane de ani, în Cambrian, au apărut primele cordate, dintr-o linie înrudită cu echinodermele şi hemicordatele. Unii autori consideră că Hemicordatele sunt grup soră cu Chordatele, invocând prezența fantelor faringiene. Alți specialişti susțin că strămoşul cordatelor trebuie căutat printre echinodermele libere, dispărute. Un grup ciudat de echinoderme, **Calcichordata**, s-a sugerat că stă la baza cordatelor. Erau animale mici, asimetrice, cu fante faringiene, coadă postanală, notocord şi pachete musculare. Însă în timp ce scheletul calcicordatelor era format din carbonat de calciu, cel al cordatelor era constituit din fosfat de calciu. O problemă importantă este şi vârsta acestui grup. Calcicordatele sunt mai recente (Ordovician) decât primele fosile ale cordatelor.

Originea ramurii deuterostomienilor este încă neclară datorită faptului că mezodermul se formează concomitent cu celomul, ceea ce sugerează zoologilor că este posibil ca această linie să se fi desprins dintr-un strămoş diploblastic, un animal cu simetrie bilaterală, asemănător planulei cnidarilor.

S-au propus două posibile direcţii de evoluţie: primele speculaţii care s-au făcut, s-au concentrat pe grupul artropoda-mollusca-annelida (ramura Protostomia).

Astăzi se consideră că membrii grupului echinodermata-hemicordata (ramura Deuterostomia) merită o atenţie specială, fiind considerat grup soră.

Tubul nervos dorsal şi fantele faringiene ale hemicordatelor reprezintă dovada legăturii dintre aceste două filumuri.

Cordatele au urmat două căi în evoluţia lor: o cale a condus spre urocordatele sedentare, cealaltă spre cefalocordatele mobile şi vertebrate.

În 1928 W. Garstang, studiind originea cordatelor, a sugerat că evoluţia adulţilor mobili s-ar fi produs prin **pedomorfoză**.

Acest proces presupune transferul caracterelor larvei ancestrale sau juvenile la un adult. Procesul se poate realiza pe trei căi: **neotenie, progenezie** şi **posttransfer**

În cazul **neoteniei**, rata de creştere a corpului este încetinită, aşa încât animalul nu atinge forma adultului ancestral când ajunge la maturitate.

Progenezia reprezintă maturarea precoce a gonadelor în corpul larvar. Acesta nu mai creşte şi nu atinge forma adultă.

În **posttransfer**, debutul procesului de dezvoltare este întârziat faţă de maturarea reproductivă, încât forma adultului ancestral nu este atinsă în momentul maturării reproductive.

Astfel ar fi apărut cordate pisciforme, capabile să se reproducă sexuat, care au constituit strămoşii cordatelor evoluate.

Această ipoteză este acceptată ca fiind o explicaţie rezonabilă a tranziţiei de la formele fixate, care se hrăneau prin filtrare, la animalele pisciforme libere.

Primele fosile, datează din cambrian şi au fost identificate în China, în straturi vechi de 530 m.a. (cambrianul inferior). Este vorba de fosile de cefalocordate: *Yunnanozoon* şi *Pikaia* (măsura 5 cm, prezenta miomere în formă de V şi notocord).

Primele vertebrate au fost mai mari şi mai active decât protocordatele.

Mai apropiată de originea vertebratelor pare să fie *Haikouella,* descoperită în sedimentele vechi de 530 milioane de ani de la Haikou. Prezenta notocord, faringe, tub nervos dorsal, dar şi multe caractere tipice vertebratelor. A avut, se pare, aortă dorsală şi ventrală, inimă, filamente branhiale, ochi, structuri mineralizate asemănătoare dinţilor, creier tripartit deşi nu există dovezi ale existenţei craniului.

Primele fosile de vertebrate sunt peştii fără fălci, cu armură, denumiţi **ostracodermi**. (Gr. *ostrakon*, cochilie+*derma*, piele) care datează din Cambrian şi Ordovician. În 1999 specialiştii au descris două specii de vertebrate vechi de 530 milioane de ani: *Myllokunmingia* şi *Haikouichthys.*

Aceste fosile au împins în urmă originea vertebratelor, spre începutul Cambrianului. Prezentau multe caracteristici ale vertebratelor:

- miomere în formă de W
- inimă
- craniu
- radii în înotătoare.

Nu există dovada mineralizării țesuturilor, ceea ce explică lipsa fosilelor de vertebrate înainte de sfârşitul cambrianului.

Primii ostracodermi au avut oase în dermă, au fost lipsiți de înotătoare perechi, atât de necesare pentru menținerea stabilității. Mişcările de înot ale unuia dintre primele grupuri, **heterostraci**, trebuie să fi fost imprecise, dar suficiente pentru propulsarea lor la fundul oceanului, unde căutau hrană.

Cu ajutorul orificiului bucal circular sau a unei fante bucale, filtrau particulele alimentare din apă. Spre deosebire de protocordatele care se hrăneau prin filtrare, ostracodermii aspirau apa în faringe, prin pompare musculară.

În cursul devonianului, heterostracii au suferit o radiație majoră, care s-a concretizat într-o mare diversitate de forme. Pe parcursul Devonianului, alături de heterostraci au coexistat **osteostracii**, care prezentau o pereche de înotătoare pectorale, o inovație care a îmbunătățit eficiența înotului. Exemplu: *Cephalaspis* care măsura 30 cm şi era acoperit cu o cuirasă dermică, grea, de os celular, care cuprindea un singur scut cefalic.

Un alt grup de ostracodermi, **anaspide**, erau mai suple şi mai agile decât alți ostracodermi şi au dat linii evolutive în Silurian şi Devonian.

Toți ostracodermii au dispărut la sfârşitul Devonianului.

Mult timp specialiştii au folosit fosilele **conodontelor** pentru a data sedimentele marine paleozoice. Aceste fosile au prezentat structuri asemănătoare dinților, formate din keratină, cu un conținut bogat de fosfor, miomere în formă de W, craniu, notocord, muşchi extrinseci ai globului ocular, ceea ce demonstra clar apartenența la linia evolutivă a vertebratelor.

Toate vertebratele cu fălci sunt denumite **gnatostomate**, în contrast cu cele lipsite de fălci denumite **agnate**.

Gnatostomatele constituie un grup monofiletic, prezența fălcilor fiind un caracter comun al tuturor peştilor şi tetrapodelor.

Apariția fălcilor a fost un moment important în evoluția vertebratelor. Ele permiteau predatorismul în forme mai avansate, manipularea obiectelor. Fălcile au apărut prin modificarea primelor două perechi de arcuri branhiale cartilaginoase.

Arcul mandibular a fost cel dintâi care s-a lărgit pentru a ajuta ventilația branhiilor. Ulterior, arcurile branhiale anterioare s-au constituit din piese articulate, curbate anterior, într-o poziție caracteristică fălcilor vertebratelor.

La început, atât arcurile branhiale cât şi fălcile, se formau din piese superioare şi inferioare curbate anterior şi articulate la mijloc.

Ulterior arcurile branhiale şi fălcile s-au diferențiat din celulele crestelor neurale.

Musculatura fălcilor este omoloagă cu musculatura suportului branhial originar, fapt evidențiat de distribuția nervilor cranieni.

Un moment evolutiv important l-a reprezentat deplasarea unor piese din structura fălcilor în urechea medie a mamiferelor, unde ele au avut rolul de a transmite şi a amplifica sunetele spre urechea internă.

O altă caracteristică majoră a gnatostomatelor este **prezența unei perechi de apendici pectorali şi pelvici, sub formă de înotătoare sau membre.**

Acestea au avut **rolul de a stabiliza înotul**. Ipoteza înotătoarei-pliu încearcă să explice originea înotătoarelor perechi. Conform acestei ipoteze, înotătoarele perechi s-au format din pliuri latero-ventrale pereche, continue, sau din zone care formează înotătoarele. În sprijinul acestei ipoteze vin fosilele de *Myllokunmingia, Haikouichthys,* anaspide şi acantodii cu perechi multiple de înotătoare. Înotătoarele pectorale au apărut înaintea celor pelvice, sugerând un scenariu evolutiv mai complex.

Originea fălcilor şi a apendicilor pereche coincide cu a doua duplicare a genelor *Hox*, apropiată de originea gnatostomatelor.

Printre primele vertebrate cu fălci au fost **placodermii,** animale cuirasate, cu fosile din silurian, care au evoluat într-o mare varietate de forme. Au dispărut la sfârşitul Devonianului şi nu au lăsat descendenți.

Contemporani cu placodermii au fost **acantodii**, caracterizați de înotătoare cu spini mari. Au dat numerose linii evolutive de peşti osoşi care au dominat mările lumii.

Din cambrianul superior datează agnatele, cel mai vechi grup de vertebrate.

Vertebratele pisciforme ca şi primele tetrapode au apărut înainte de sfârşitul devonianului (363 M.a).

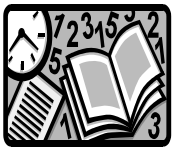
Tetrapodele reptiliene au apărut în carbonifer (363-290 m.a), mamiferele se consideră **că au apărut înainte de sfârşitul Triasicului (208 m.a),** iar **păsările au lăsat urme fosile de vârstă jurasică (146 m.a).)**

12.4. Rezumat

Cordatele sunt celomate din ramura deuterostromienilor, care au în comun: notocordul, sistemul nervos tubular, situat dorsal față de notocord şi sistemul digestiv, pungile faringiene, endostilul şi coada postanală. Două dintre subfilumuri sunt considerate nevertebrate şi formate din specii lipsite de cap: Subphylum Urochordata, care cuprinde specii sesile în stadiul de adult sau libere, dar cu stadiu larvar liber şi Subphylum Cephalochordata. Cordatele descind aparent din hemicordate sau strămoşi asemănători echinodermelor care au trăit în Precambrian.

Subphylum Vertebrata cuprinde specii prevăzute cu coloană vertebrală, cu excepția mixinilor lipsiți de vertebre. Vertebratele au regiunea cefalică bine dezvoltată, ating dimensiuni mari şi grad avansat de motilitate. Endoscheletul asigură creşterea continuă şi suportul pe care se fixează muşchii. Vertebratele au faringe muscular, cu fante, care prezintă o eficiență respiratorie crescută, inimă bi, -tri, -tetracamerală, rinichi glomerular, care vine în întâmpinarea cererilor metabolice ridicate, sistem nervos evoluat, cu organe de simț pereche.

Evoluția fălcilor şi apendicelor perechi a contribuit la succesul gnatostomatelor.



Răspunsul se va încadra în spațiul rezervat prin chenar. Compară răspunsurile date cu cele de la pagina 363

TESTE DE AUTOEVALUARE

18. Amintiți două caractere pe care le au în comun cordatele şi hemicordatele.

19. Completați următorul tabel şi descrieți cordatele nevertebrate

Denumire	Caractere de cordat	Aspect
Tunicate (Subphylum Urochordata)		
Acraniate (Subphylum Cephalochordata)		

20. Încercuiți afirmațiile corecte referitoare la vertebrate:
a) toate prezintă simetrie bilaterală
b) unele prezintă simetrie radiară
c) au o structură de tip tub în tub plus celom
d) sunt segmentate
e) coloana vertebrală înlocuieşte notocordul embrionar
f) sistem circulator deschis-închis
g) cefalizare şi ochi compuşi
h) endoschelet

21. Fiecare este o caracteristică a vertebratelor cu excepția:
a) simetrie bilaterală
b) dezvoltarea celomului
c) sistem circulator deschis
d) segmentare

22. Alegeți varianta corectă. Cele mai vechi fosile de vertebrate au aparținut
a) amfibienilor
b) peştilor osoşi
c) peştilor cartilaginoşi
d) agnatelor
23). Alegeți una dintre variante încât afirmația să fie corectă. Tegumentul amfibienilor are rol în
a) circulație
b) excreție
c) reproducere
d) respirație
24) Alegeți una dintre variante încât afirmația să fie corectă Anexele embrionare ale oului reptilian:
a) evită deshidratarea
b) asigură independența de mediul acvatic în cursul reproducerii
c) elimină deşeurile din embrion
d) are duritate crescută pentru a împiedica spargerea
e) toate variantele de mai sus
25). Alegeți una dintre variante încât afirmația să fie corectă Părul mamiferelor este o adaptare pentru:
a) camuflaj la toate speciile
b) control al temperaturii corpului
c) locomoție mai rapidă
d) reglarea eliminării deşeurilor
26). Ce afirmație legată de peşti nu este corectă?
a) endoschelet
b) sistem circulator închis
c) endotermie
d) tub nervos situat dorsal
27). Alegeți una dintre variante încât afirmația să fie corectă Motivul pentru care se consideră că amfibienii sunt incomplet adaptați la viața pe uscat este:
a) depind de apă pentru fecundația externă
b) trebuie să se reproducă în apă
c) tegumentul este mai important decât plămânii în realizarea schimbului de gaze.
d) modul lor de locomoție este slab dezvoltat
28. Marcați afirmațiile corecte.
Membranele extraembrionare
a) sunt identificate în cursul dezvoltării tuturor vertebratelor
b) sunt identificate în cursul dezvoltării reptilelor, păsărilor şi mamiferelor
c) au aceeaşi funcție la toate vertebratele
d) Atât *a* cât şi *c* sunt corecte
e) Atât *a* cât şi *b* sunt corecte
29. Ce aspect nu este distinctiv pentru vertebrate?
a) notocord dorsal
b) schelet intern articulat

c) cefalizare extremă
d) sistem circulator deschis
e) respirație eficientă
30. Alegeți varianta corectă.
Mamiferele care depun ouă şi îşi hrănesc puii cu lapte sunt denumite:
a) monotreme
b) marsupiale
c) placentare
d) hermafrodite
31. Deosebiți ostracodermii de placodermi. Cu ce progrese evolutive au contribuit la evoluția vertebratelor?

12.5. Răspunsuri la testele de autoevaluare

1) a) Deuterostomia, b) marin, c) proboscis, d) trunchi, e) 3; 2) a; 3) a) ectodermică, b) dorsal, c) dorsal, d) ventral; 4) a) complet, b) fante faringiene, c)schimb de gaze, d) difuzie; 5) a) bilaterală, b) notocord, c) adult, d) dezvoltarea embrionară, e)ventral, f) antero-posterior, g) postero-anterior, h) dorsal, i) epineur, j)endodermică, k) perforați, l) fante; 6) vezi p 341; 7) sifoanele oral şi atrial sunt apropiate; 8) vezi p 345; 9) larva este liberă, adultul este fixat de substrat; 10) larva spre deosebire de adult prezintă coadă şi notocord, structuri pierdute în timpul metamorfozei; 11) sifoanele sunt plasate diametral opus; 12) taliaceele sunt libere planctonice, ascidiile sunt sesile în stadiul de adult; 13) Larvaceele păstrează coada şi notocordul în stadiul de adult; 14) p 347; 15) p 347;16) notocordul este alcătuit din celule musculare, p 347-348; 7) p 349-350; 18)sunt deuterostomieni, au fante faringiene, sistem nervos situat dorsal, uneori tubular
19)

Caractere de cordat	Aspect
Larva le prezintă pe toate trei; adulții au doar fante faringiene	Corp saciform cu pereți groşi
Toate trei	amfioxus

20) a,c,e,h; 21) c; 22) d; 23) d; 24) e; 25) b; 26) c; 27) a; 28) b; 29) d; 30) a; 31) p 358-360.

12.6. Instrucțiuni de evaluare

Criterii de evaluare: tutorele va aprecia în lucrarea de verificare a cursanților capacitatea de sinteză a informației, capacitatea de aplicare a cunoştinţelor în contexte noi, însuşirea criteriilor morfologice folosite în identificarea taxonilor studiați, coerența şi logica răspunsurilor, corectitudinea cu care au fost însuşite definițiile, folosirea corectă a termenilor noi, argumentarea logică a teoriilor învățate, aplicarea cunoştinţelor legate de biologia grupului studiat.

Pentru a obține un punctaj favorabil la lucrarea de verificare vă recomand să parcurgeți atent conținutul testelor de autoevaluare şi să verificați corectitudinea cu care ați răspuns la toate sarcinile de lucru.

Exercițiile cuprinse în lucrarea de verificare au punctaj egal (5p).

În cazul în care obțineți la lucrarea de verificare un scor mai mic de 50 de puncte va trebui să revedeți conținutul unității de învățare şi să refaceți lucrarea de verificare.

Rezultatul testului:

Numărul răspunsurilor corecte x 5=_____puncte

Punctajul maxim 100 puncte.

Ponderea lucrării de verificare este de 3,33% din evaluarea finală.

12.7. Lucrare de verificare 12.

V.12.1. Ce dovezi demonstrează că hemicordatele şi cordatele aparțin aceleiaşi linii evolutive? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

V.12.2. Ce afinități au adulții tunicatelor cu cordatele? Ce afinități au larvele tunicatelor cu cordatele? (Răspundeți în maxim 30 de cuvinte).

V.12.3. Definiți pedomorfoza şi explicați posibilul rol al pedomorfozei în evoluția cordatelor.

V.12.4. Comentați posibila influență a hrănirii prin filtrare asupra evoluției cordatelor. (Răspundeți în maxim 100 de cuvinte).

V.12.5. Ce presiuni selective ar fi putut favoriza stilul de viață prădător al cordatelor evoluate? (Răspundeți în maxim 100 de cuvinte).

V.12.6. Alegeți una dintre variante încât enunțul să fie corect. Toate mamiferele

a) nasc pui vii

b) îşi încheie dezvoltarea embrionară în uter

c) hrănesc puii cu secreția glandelor mamare

d) au toate caracteristicile de mai sus

e) nu au nici o caracteristică dintre cele de mai sus

V.12.7. Alegeți una dintre variante încât enunțul să fie corect. Caracterul care a favorizat eliberarea reproducerii vertebratelor de mediul acvatic şi a permis răspândirea în diferite medii terestre a fost:

a) operculul

b) placenta

c) sistemul liniei laterale

d) apendicii osoşi

e) oul amniotic

V.12.8. Alegeți una dintre variante încât enunțul să fie corect. Primele vertebrate care au ieşit pe uscat au fost:

a) agnate
b) reptile
c) amfibieni
d) peşti cartilaginoşi
e) mamifere

V.12.9. Alegeți una dintre variante încât enunțul să fie corect. Un animal segmentat cu simetrie bilaterală, fante la nivelul faringelui, coadă postanală şi dezvoltare de deuterostomian aparține filumului:
a) Annelida
b) Arthropoda
c) Chordata
d) Mollusca
e) Plathelminthes

V.12.10. Completați spațiul liber din text cu termenul corect.
_____sunt cordate nu şi vertebrate
a) speciile din Clasa Cephalaspidomophi
b) speciile din Clasa Chondrichthyes
c) cefalocordatele
d) asteroideele
e) amfibienii

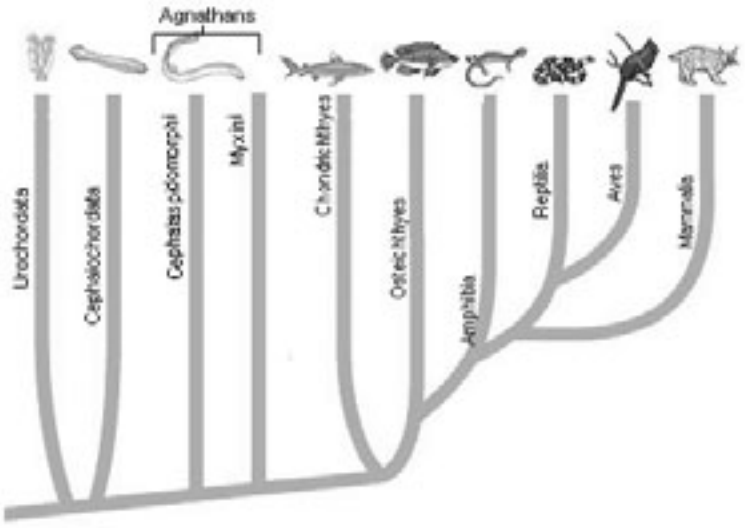
V.12.11. Este posibil ca cefalocordatele să fi apărut printr-un proces care a presupus dezvoltarea organelor reproducătoare mature la o formă juvenilă. Acest proces evolutiv este denumit_____. Alegeți varianta corectă:
a) partenogeneză
b) pedomorfoză
c) morfogeneză
d) peramorfoză
e) metamorfoză

V.12.12. Alegeți varianta corectă. O caracteristică unică a vertebratelor este:
a) inimă tetracamerală
b) segmentare
c) o coloană vertebrală formată din piese osificate
d) creastă neurală
e) sistem circulator închis

V.12.13. Prin ce se deosebesc ciclostomii de alte vertebrate existente? Alegeți varianta corectă.
a) au un schelet format din cartilaj
b) nu au fălci
c) nu au apendici pereche
d) toate răspunsurile de mai sus
e) sunt lipsiți de fălci şi de apendici pereche

V.12.14. Alegeți varianta corectă. Fălcile s-au dezvoltat din:
a) armura osoasă a ostracodermilor
b) din fălcile artropodelor
c) prin modificarea oaselor din urechea medie
d) din limba răzuitoare
e) prin modificarea baghetelor scheletice care susținuseră fantele faringiene anterioare.

V.12.15. Care dintre adaptările de mai jos este caracteristică doar pentru adevăratele vertebrate terestre care nu trebuie să revină în mediul acvatic în nici o etapă a ciclului lor?
a) locomoția tetrapodă
b) osmoreglaea printr-un sistem de tuburi al nefronului
c) plămâni
d) ou amniotic
e) toate sunt necesare pentru existența terestră completă
V.12.16. Alegeți varianta corectă. Cele trei grupe de mamifere sunt clasificate după:
a) mărime
b) habitat
c) mod de locomoție
d) prezența părului
e) mod de reproducere
V.12.17. Din următorul arbore filogenetic reiese că strămoşii comuni ai reptilelor, păsărilor şi mamiferelor sunt____. Alegeți varianta corectă.



a) rechinii
b) amfibieni
c) ciclostomi
d) peşti osoşi
e) cefalocordate.
V.12.18. Examinând acelaşi arbore fologenetic reiese că păsările sunt mai strâns înrudite cu:____Alegeți varianta corectă.
a) mamifere
b) peşti osoşi
c) tunicate
d) reptile
e) amfibieni
V.12.19. Comparați succesul evoluției cordatelor cu evoluția artropodelor. Care sunt asemănările şi deosebirile? (Răspundeți în maxim 500 de cuvinte).
V.12.20. Prin ce particularitate se remarcă structura notocordului la cefalocordate? Ce importanță prezintă acest aspect?

12.8. Cuvinte cheie

coadă postanală, endostil, fante faringiene, notocord, sistem nervos tubular.

12.9. Bibliografie

1. Alldredge, A., 1976. Appendicularians, Sci.Am.235, 94-102.
2. Bone, Q., 1979, The origin of chordates. Oxford Biology Readers., No 18, New York, Oxford University Press.
3. Campbell, N.A., Reece, J.B., Biology, 2002, Pearson Education, Inc., Publishing as Benjamin Cummings, Vertebrate Evolution and Diversity, 678-717.
4. Carroll, R.L., 1997. Patterns and processes of vertebrate evolution. New York, Cambridge University Press.
5. Forey, P., Janvier, P., 1994, Evolution of early vertebrates. Am. Sci., 82, 554-565.
6. Hickman, C.P., Roberts, L.S., Larson, A., l'Anson, H., 2004. Mc Graw-Hill, Integrated Principles of Zoology, Chordates465-485.
7. Jeffries, R.P.S., 1986. The ancestry of the vertebrates. Cambridge. Cambridge University Press.
8. Miller, S.A., Harley, J.P., 2005, Zoology, Mc Graw-Hill, Hemichordata and Invertebrate Chordates, 265-275.
9. Pough, F.H., Janis, C.M., Heiser, J.B.,Vertebrate life, ed. 6. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall.
10. Stokes, M.D., Holland, N.D., 1998 The lancelet. Am.Sci., 86 (6), 552-560.
11. www.mhhe.com/zoology, Web Links: Phylum Chaetognatha, Phylum Hemichordata, Phylum Chordata, General Chordata References, Subphylum Urochordata, Subphylum Cephalochordata.